

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE BELLAS ARTES**



**La tecnología como material creativo: e-textiles y sus
derivaciones en el campo de las artes visuales**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

Paola Guimeráns Sánchez

Director

Mariano de Blas Ortega

Madrid, 2018

ISBN: 978-84-697-4829-9

© Paola Guimeráns Sánchez, 2017

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE BELLAS ARTES



TESIS DOCTORAL

LA TECNOLOGÍA COMO MATERIAL CREATIVO

E-TEXTILES Y SUS DERIVACIONES EN EL CAMPO DE LAS ARTES VISUALES



Tesis Doctoral de Paola Guimeráns Sánchez
Dirigida por Dr. Mariano de Blas Ortega

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE BELLAS ARTES



**UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID**

TESIS DOCTORAL

**LA TECNOLOGÍA COMO MATERIAL CREATIVO:
E-TEXTILES Y SUS DERIVACIONES EN EL CAMPO DE LAS ARTES VISUALES**

**TESIS DOCTORAL DE:
Paola Guimeráns Sánchez**

**DIRIGIDA POR:
Dr. Mariano de Blas Ortega**

Madrid, 2017

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
Facultad de Bellas Artes

TESIS DOCTORAL

Título: La tecnología como material creativo: E-textiles y sus derivaciones en el campo de las Artes Visuales

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR Paola Guimeráns Sánchez

Director: Dr. Mariano de Blas Ortega

Madrid, 2017

© Paola Guimeráns, 2017
ISBN 978-84-697-4829-9

A mis padres

AGRADECIMIENTOS

Por el apoyo recibido durante esta etapa de formación personal, profesional y académica, transmito mi más sincera gratitud a mi director, Dr. Mariano de Blas, por haber accedido a dirigir este proyecto de Tesis Doctoral. Agradezco, en especial, su tiempo, su paciencia y su impulso a la hora de animarme en mi investigación. Asimismo, me gustaría dar las gracias a la Fundación Barrié de la Maza por concederme una beca de estudios en *Parsons The New School for Design*, Nueva York, experiencia que me permitió explorar mi potencial como investigadora y como artista. También a la profesora Katherine Moriwaki por haber inculcado en mí la pasión por investigar en el campo de los e-textiles.

Particularmente, quiero dejar constancia de las inestimables aportaciones del Dr. Flavio Escribano, Dr. Juan González-Gómez (Obijuan), Raquel Ares y Iñaki Albistur (Arquimaña), Pilar Brenlla y darles las gracias por haber dedicado tiempo y esfuerzo a la corrección de este trabajo. De igual modo, reconozco la aportación y agradezco el apoyo de todos los participantes de los talleres, y de los colaboradores que han contribuido en el desarrollo de estos estudios.

Llevar a cabo esta investigación ha sido posible, en gran parte, gracias a haber cursado el programa *MFA Design of Technology*. Durante estos estudios, tuve la suerte de conocer e intercambiar pareceres con investigadores, profesores y artistas, de cuyo valioso paso por mi vida dejo constancia aquí. Doy gracias a Sven Travis, Louisa Campbell, Leah Gilliam, Katie Salen, Aneta Genova, Cecilia Elguero, Anezka Sebek, Jon Santiago, Mark Stafford, Don Pocaro y Sabine Seymour por el apoyo y la inspiración que han supuesto en este trabajo. También a mis amigas Lorraine Belmont, Iva Son, Rita Saad, Erica Osher Reifer y Laura García Barrio por ofrecerme, durante todo este tiempo de aprendizaje, su cariño incondicional.

Hago mención a Horacio González por ser un gran compañero durante el tiempo que colaboramos juntos. Por igual, a Dave Mellis, Marcos García, David Cuartielles, Laura Fernández, Igor González, Enrique Tomás, Gema González y Diblik Rabía por el estímulo que supusieron para esta investigación, especialmente durante la etapa en que frecuentaba Medialab Madrid. A María Luisa, a Javier y sus hijos, y a todas las personas que me acompañaron durante el periodo de lectura y preparación a esta Tesis Doctoral, que realicé a mi vuelta de los Estados Unidos en el Monasterio de Santa María de Sobrado.

Me siento muy afortunada por haber encontrado a lo largo de esta investigación en la ciudad de San Sebastián el sosiego para escribir. He tenido la suerte de encontrar a grandes amigos, a los que admiro. Thais Martín, Jesús Manuel Blanco y Mikel Zabaleta: muchas gracias por vuestro apoyo. Sin vuestra ayuda y ánimos este estudio no hubiera podido realizarse.

Finalmente, mi más profundo agradecimiento a mi familia, por darme cariño e inspiración durante toda mi vida. Han sido un espejo en el que mirarme y, gracias a los valores y la educación que me han dado, he llegado aquí, y soy quien soy.

INDICE

RESUMEN

La tecnología como material creativo. E-textiles y sus derivaciones en el campo de las artes visuales

1. Introducción	13
2. Objetivos y resultados	14
3. Conclusiones	15

ENGLISH ABSTRACT

Technology as creative material. E-textiles and its derivations in the field of the visual arts

1. Introduction	19
2. Objectives and results	20
3. Conclusions	21

PARTE I: Definición y planteamiento de la investigación.....23

1. Contexto y fundamentación.....	25
2. Antecedentes académicos y motivación por el estudio	
Objetivos	26
3. Contenidos de la Tesis.....	31
4. Metodología	35

PARTE II: Desarrollo de la investigación37

Capítulo 1. LA CULTURA DIGITAL. RETOS Y OPORTUNIDADES

1.1. Contexto histórico. La Cultura Digital	41
1.2. El <i>New Media Art</i>	50
1.2.1. Arte, ciencia y nuevas tecnologías. Vínculos en desarrollo	60
1.3. De la ética del hacker a la cultura libre.....	66
1.3.1. El artista digital y su compromiso democratizador de la tecnología.....	73
1.3.2. Comunidades y el ordenador como herramienta artística <i>open source</i>	77

Capítulo 2. TENDENCIAS EMERGENTES EN LA CULTURA DIGITAL Y EL AUGE DE LOS E-TEXTILES

2.1. Contexto histórico. Creatividad y democratización tecnológica	87
2.1.1. Cultura maker, DIY y comunidades creativas.....	96
2.1.2. De los hackerspaces a los nuevos espacios para la innovación digital	102
2.2. De la estética del ciberpunk a los e-textiles y la tecnología vestible DIY.....	109
2.2.1. E-textile toolkits, Web 2.0 y la liberación de los circuitos.....	117
2.3. El auge de los e-textiles para una educación STEAM	124

Capítulo 3. E-TEXTILES, CREATIVIDAD Y ARTES VISUALES

3.1. E-textiles y el Arte mas allá de lo digital.....	136
3.1.1. E-textiles, creatividad y la tecnología como material.....	143
3.1.2. La Web 2.0 como escenario:Procedimientos, materiales y técnicas DIY ...	150
3.2. Nuevos espacios compartidos entre los e-textiles y las artes visuales.....	153
3.2.1. El <i>workshop</i> como metodología de investigación [2010- 2017].....	158

PARTE III: Conclusiones

Análisis y conclusiones.....	197
------------------------------	-----

PARTE IV: Bibliografía e Índice de ilustraciones

Bibliografía	205
Índice de ilustraciones	221

RESUMEN

La tecnología como material creativo

E-textiles y sus derivaciones en el campo de las artes visuales

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio resulta de una investigación de carácter teórico-práctico. En él se examina cómo los avances ocurridos en el campo de los e-textiles ofrecen nuevas oportunidades, propicias para la investigación y enseñanza de las artes visuales utilizando nuevas tecnologías y electrónica.

Mediante una aproximación histórica, uno de los aspectos importantes en el desarrollo de este trabajo, reside en valorar los retos y tendencias que ha supuesto el auge de la cultura digital. Principalmente, se evalúa cómo el vertiginoso desarrollo de la ciencia y la técnica, las nuevas formas de consumo cultural como la Web 2.0 y los diferentes movimientos sociales, han irrumpido en el estado social, afectando también a los ámbitos educativo y artístico. Asimismo, se valora cómo de las investigaciones realizadas en la década de los 90 en el ámbito del diseño de interacción aplicado a lo vestible habría derivado el campo de estudios de los e-textiles, y cómo éste se habría convertido en un área de estudios, apta para el desarrollo de nuevos enfoques educativos que favorecen la teorización e integración del arte dentro de disciplinas científicas y tecnológicas.

2. OBJETIVOS Y RESULTADOS

Este estudio tiene como meta examinar el surgimiento de nuevos enfoques educativos que favorecen la teorización e integración del arte y el diseño dentro de disciplinas científicas y tecnológicas. Se realiza, así, un análisis de las diferentes oportunidades educativas y artísticas que esta situación presenta en el contexto de la cultura digital. Para valorar estos novedosos enfoques, tomamos el campo de los e-textiles como un área multidisciplinar que recientemente estaría ofreciendo múltiples oportunidades entre materias.

El objetivo específico de este estudio se centra en documentar y analizar los avances que se han producido durante los últimos años en el ámbito de investigación de los e-textiles y la tecnología vestible. Especialmente, en valorar la apertura y aparición de prácticas emergentes DIY, nuevos materiales, y herramientas de código abierto vinculadas a este ámbito. Para ello, es preciso trazar los contextos artísticos, sociales y económicos que condujeron al desarrollo a esta situación. Se trata de definir el marco en el que posteriormente defenderemos un nuevo entendimiento de la tecnología como material creativo. Un entendimiento que sostendremos como favorable para la aparición de nuevos enfoques educativos en el uso de los e-textiles aplicados a las artes visuales.

El desarrollo de este estudio expresa el deseo de buscar un terreno fértil para poder abrir nuevos contextos, en donde las prácticas artísticas vinculadas los e-textiles favorezcan el aprendizaje y enseñanza de la programación y la electrónica. También, busca definir un nuevo campo de investigación en donde los e-textiles, entendidos como material creativo y artístico ayuden a fomentar aspectos conceptuales, estéticos y técnicos para el desarrollo e implementación de sistemas interactivos. Consideraremos pertinente el planteamiento del presente proyecto de investigación para generar nuevas oportunidades educativas y recursos en esta área.

3. CONCLUSIONES

Esta investigación pretende señalar la aparición de nuevas oportunidades educativas y artísticas, ambas vinculadas al campo de los e-textiles en el marco de una cultura colaborativa y participativa, propia de la era digital. Para valorar este novedoso enfoque, hemos considerado cómo la reciente facilitación de la experiencia tecnológica, unida a la creatividad del artista y al acceso a nuevos materiales tecnológicos, habría logrado instaurar un nuevo campo de investigación y exploración para el desarrollo de nuevos recursos en este sector.

Para llegar a estas afirmaciones, desde la práctica individual de una diseñadora, docente y artista que trabaja con los nuevos medios, la autora de este trabajo vendría realizando en los últimos años un trabajo de campo en el área de los e-textiles y la tecnología vestible. Así, con esta investigación habría querido demostrar cómo técnicas tradicionales como la pintura y el dibujo pueden facilitar un acercamiento al aprendizaje de la programación y la electrónica. Particularmente, con la intención de señalar un modelo emergente de investigación, en el que se vislumbran posibles nuevas pautas para una disolución del aislamiento pedagógico que, en numerosas ocasiones, experimentan las artes visuales.

En todo caso, el cuerpo fundamental de este trabajo, se ha centrado en realizar no sólo un trabajo de campo, sino también una extensa investigación de fuentes bibliográficas. El objetivo es señalar el nacimiento de un contexto histórico idóneo para el desarrollo de novedosas formas de educación desde un enfoque interdisciplinario. Para ello, lo primordial habría sido definir un paradigma emergente en el cual las prácticas DIY, la aparición de nuevos materiales y las herramientas de código abierto permitirían diversificar y conectar el aprendizaje tecnológico y la innovación con el desarrollo de la capacidad creativa y la expresión plástica y visual.

ENGLISH ABSTRACT

Technology as a creative material

E-textiles and its derivations in the field of the visual arts

1. INTRODUCTION

The present study is the result of a theoretical-practical research. It examines how the improvements that has taken place in the field of e-textiles provide new opportunities for research and learning in what visual arts concerns, with the use of digital technologies and electronics.

Through a historical approach, one of the most important aspects in the development of this work is the assessment of the challenges and trends that the rise of digital culture has meant. Fundamentally, how the vertiginous development of science and technology, the new forms of cultural consumption such as Web 2.0, and the different social movements have been translated into the social state, also affecting the educational and artistic fields. Likewise, this work assesses how the research conducted in the 1990s in the field of interaction design applied to clothing, derived in the field of studies of e-textiles, and how this field would become one of studies suitable for the development of new educational approaches that favor the theorization and integration of art, within the scientific and technological disciplines.

2. OBJETIVES AND RESULTS

The goal of this study is to examine the emergence of new educational approaches that favor the theorization and integration of art and design in scientific and technological disciplines. It conforms an analysis of the different educational and artistic opportunities that this situation represents within the context of digital culture.

The specific objective of this research focuses on documenting and analyzing the recent developments that have taken place in the scope of electronic textile research and wearable technology. Especially, how these progresses have favored an opening of the field of e-textiles in the educational sphere, for which an outline of the artistic, social and economic context is required, to see how they led to the development of such a situation. The issue is to define the framework in which we will later on uphold the emergence of new creative and educational approaches in the use of e-textiles applied to the visual arts. Thus, with this assessment in mind, we will defend the hypothesis of the emergence of a new understanding of technology as a creative material. This new interpretation refers to the creative capacity of e-textiles practices to entail the idea of materiality. In the same way, it makes allusion to the creativity that implies to bring closer the technological tools of Web 2.0 itself, and the learning by doing training method. In addition, another key objective of this study is to trace the historical, artistic, social and economic contexts that led to the development of this situation. Thus, the field of e-textiles is presented as a multidisciplinary area that has been offering multiple opportunities amongst disciplines lately.

Finally, this dissertation expresses the desire to seek fertile ground to unfold new contexts, where artistic and creative practices can favor the learning of programming and electronics. We find the approach of this research project relevant to generate new resources in this area.

3. CONCLUSIONS

This investigation has intended to point out the emergence of new educational and artistic opportunities, both of them linked to the field of e-textiles in a cooperative and interactive cultural frame, typical in the digital age. The recent accessibility of the technological experience has been considered to assess this approach. This state, together with the artist creativity and the access to new technological materials, has managed to set up a new area of investigation and exploration for the development of new resources in this sector.

This has been concluded from the individual practice of a designer, teacher and artist that manipulates innovative methods, as the author of this research has carried out a field work in the area of the e-textiles and wearable technology in the latest years. Hence, she intended to demonstrate how traditional techniques such as painting can ease the approach of programming and electronics with this investigation. Especially with the purpose of emphasizing a rising model of investigation in which feasible new patterns are discerned for the disbandment of the pedagogical isolation that visual arts often undergo.

Anyhow, the essential nature of this research has spotlighted not only the field work but also the large investigation in bibliographic sources. The aim is to point out the emergence of a new historical context that appears to be ideal for the development of new ways of education from a cross-discipline approach. To that effect, it has been decisive to establish a rising paradigm in which DIY practices, new materials arousing and tools of open source code allow a diversification and a linking of tech learning and innovation, together with the creative capacity and plastic and visual expression.

PARTE I

Definición y planteamiento de la investigación

1. Contexto y fundamentación

El presente estudio resulta de una investigación de carácter teórico-práctico. En él se examina cómo los avances ocurridos en el campo de los e-textiles ofrecen nuevas oportunidades, propicias para la investigación y enseñanza de las artes visuales utilizando nuevas tecnologías y electrónica.

Mediante una aproximación histórica, uno de los aspectos importantes en el desarrollo de este trabajo, reside en valorar los retos y tendencias que ha supuesto el auge de la cultura digital. Principalmente, se evalúa cómo el vertiginoso desarrollo de la ciencia y la técnica, las nuevas formas de consumo cultural como la Web 2.0 y los diferentes movimientos sociales, han irrumpido en el estado social, afectando también a los ámbitos educativo y artístico. Asimismo, se valora cómo de las investigaciones realizadas en la década de los 90 en el ámbito del diseño de interacción aplicado a lo vestible¹ habría derivado el campo de estudios de los e-textiles, y cómo éste se habría convertido en un área de estudios, apta para el desarrollo de nuevos enfoques educativos que favorecen la teorización e integración del arte dentro de disciplinas científicas y tecnológicas.

¹ La tecnología vestible - *wearable technology* en inglés - es aquel dispositivo electrónico que se lleva sobre, debajo o incluido en la ropa. Esta tecnología puede estar enfocada en diferentes áreas: moda, salud, entretenimiento, deporte, domótica, industrial o arte.

2. Antecedentes académicos y motivación por el estudio.

La realización de este trabajo constituye la consolidación de una etapa de proyecto personal. En él se refleja mi pasión por la educación, el arte, la tecnología y el diseño, investigación de los cuales ha sido, y es, una parte importante de mi formación tanto académica como profesional. Este proceso se caracteriza, en primer lugar, por simultanear la acción docente, discente, comercial y artística; y en segundo lugar, por llevarla a cabo entre los Estados Unidos, Asia y Europa.

Entre 1995 y 2000 me licencié en la Facultad de Bellas Artes de Sevilla en la especialidad de diseño y grabado. Al terminar, obtengo el Certificado de Aptitud Pedagógica y recibo una beca Leonardo da Vinci para trabajar profesionalmente en el extranjero en el campo del diseño gráfico. En estos años, comienzo a interesarme por la cultura digital y el arte de los nuevos medios, y realizo diferentes acciones artísticas en la red. Será este interés el que posteriormente me llevará a cursar el postgrado “La comunicación audiovisual en la era Digital” en la Facultad de Ciencias de la Información de Santiago de Compostela, así como el curso de especialización “Inter(medios)_ Inestabilidad, Creación y Cultura Digital”² en la Facultad de Bellas Artes de Pontevedra.

Entre 2005 y 2007 resido en Madrid y comienzo a trabajar como diseñadora gráfica para multinacionales como *Samsung* o *Microsoft*. Durante este periodo, en mi tiempo libre frecuento espacios de aprendizaje vinculados al arte y la cultura digital como el hacklab Cielito Lindo³ o el *dorkbot*⁴, acercándome a la cultura hacker. Del mismo modo, asisto a diferentes actividades y charlas en el centro Medialab de Madrid⁵.

2 V.V.A.A. *Inter(medios) Inestabilidad, creación y cultura digital*. Universidad de Vigo, 2009.

3 El hacklab de Cielito Lindo, también conocido como wh2001 era uno de los tantos laboratorios hacker que desde el año 2000 empezaron a surgir en España con el objetivo de poner la tecnología y los programas informáticos de código abierto al alcance de todos.

4 El DORKBOT es un encuentro mensual de artistas, ingenieros y ciudadanos en general interesados en eso que llaman “arte electrónico” en el sentido más amplio del término. El evento original es dorkbot-nyc, iniciado en el cambio de siglo (entre el 2000 y el 2001) por un tal Douglas Repetto de New York City con el apoyo material de la Universidad de Columbia.

5 Medialab Madrid era un programa concebido y dirigido por Karin Ohlenschläger y Luis Rico. Impulsado por Área de Cultura del Ayuntamiento, desde el 2002 su objetivo siempre fue fomentar un diálogo entre arte, ciencia, tecnología y sociedad. En 2007 pasó a denominarse Medialab Prado Madrid, bajo la dirección de Marcos García, se convirtió en un laboratorio ciudadano de producción, investigación y difusión de proyectos culturales que explora las formas de experimentación y aprendizaje colaborativo que han surgido de las redes digitales. En 2016, este centro municipal recibió el premio Princesa Margarita de la Cultura. Durante la entrega de este galardón

En este centro, entre otras actividades, participo en el proyecto Interactivos 08?⁶ y en el primer taller internacional de Arduino, donde me inicio en la electrónica de código abierto. En esos momentos, bajo la influencia de muchos de los pensamientos del contexto artístico y tecnológico en el que me encontraba inmersa, solicito una Beca de la Barrie de la Maza para ampliar mis estudios en los Estados Unidos.

En 2008 me mudo a Nueva York, para cursar el *MFA in Design and Technology* en la *Parsons School of Design*. En esta escuela, descubro el universo de los e-textiles, y a partir de aquí empiezan mi experimentación y aprendizaje en este campo. Así, comienzo investigando las oportunidades discursivas y expresivas que ofrece este campo, aplicadas al arte de los nuevos medios. Particularmente, las oportunidades y retos que representa para el proceso artístico la posibilidad de poder acercarse manualmente a la tecnología. Para ello, experimento con nuevos materiales conductores de electricidad y diferentes herramientas digitales. Asimismo, consulto libros especializados, tutoriales DIY (hazlo tú mismo) y proyectos de otras personas que también se encontraban en la investigación de este campo emergente. En cualquier caso, este interés por acercarme a esta rama de estudio, me lleva a revisar los trabajos realizados en la década de los 90 en el ámbito de la tecnología vestible, descubriendo los textiles programables de Maggie Orth. También a aproximarme al trabajo de Leah Buechley, en especial a sus procesos de enseñanza y aprendizaje a la programación de código abierto, en los que incluye la realización de técnicas manuales y artísticas, como la pintura o la costura. No obstante, en esta primera aproximación, me doy cuenta de que los recursos todavía son tan experimentales como escasos.

Entre 2009 y 2010, la necesidad por mejorar mis conocimientos en el ámbito de los e-textiles, me lleva a trabajar para el proyecto *Fashion Technology Lab* dirigido por la profesora Sabine Seymour en la *Parsons School of Design*. Igualmente, a asistir a la *World Maker Maker Faire* y a frecuentar espacios de creación colaborativa como el hackerspace

se invitó a la autora de este estudio para que hablara sobre cómo su paso por este centro habría influenciado su investigación actual.

6 Guimeráns, Paola y Gonzalez, Horacio. *Interactivos? Workshop: Biophionitos We Make Money Not Art*. Entrevista de Regine Debatty. Publicada en la revista A Mínima. New Media Art Now Magazine, numero 24.

New York Resistors, el *dorkbot NY* o el *Eyebeam*⁷, en donde conozco a Jie Qi. Ella es quien me acerca a sus investigaciones sobre la integración de circuitos electrónicos en papel. En esta época, también viajo al Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT y participo en varios talleres de e-textiles impartidos por Hannah Perner-Wilson. En estos talleres, me inicio en nuevas técnicas DIY para fabricar sensores textiles y aprendo a combinar la electrónica⁸ con materiales inteligentes. Será a principios de 2010, con este conocimiento ya adquirido, cuando comience a impartir talleres sobre e-textiles y nuevos materiales para la comunidad de Parsons. Además, participo en la exposición *Visions in Fashionable Technology* en el centro Eyebeam, donde presento una serie de *e-textile kits DIY* para la creación de joyas en papel⁹.

Ya en el verano de 2010, me gradúo como especialista en diseño de interacción en la *Parsons School of Design*. Como trabajo de final de Master, e inspirada en el cuadro *El jardín de las delicias del Bosco*, presento la instalación interactiva *Tales of contemporary somnambulism* en la galería *The Sheila C. Johnson Design Center* de Nueva York. Para su realización combino técnicas tradicionales y digitales. Con el objetivo de defender el uso de nuevos materiales y herramientas de código abierto aplicadas a las artes plásticas, incorporo en la instalación una pintura mural. Integro en ella varios LEDs conectados al microcontrolador de código abierto Lilypad Arduino. Durante el proceso creativo, pongo especial interés en identificar y comprender las cuestiones que se derivan de incorporar estos elementos tecnológicos como medio expresivo y comunicativo dentro de la pintura. En todo caso, esto no solamente lo hago por una cuestión estética o visual, sino porque esta decisión, además de requerir conocimientos de diseño de interacción y materiales específicos del ámbito de los e-textiles, también requería una preparación previa en electrónica y programación.

7 El Eyebeam Art and Technology Center es el principal centro de arte y tecnología de Nueva York y está situado en el barrio de Chelsea.

8 El trabajo realizado por la autora de este estudio experimentando con pinturas reactivas al calor y electrónica se recoge como ejemplo en la siguiente publicación: Perner-Wilson, Hannah, *A Kit-of-No-Parts*, MIT MS Thesis, 2011.

9 Parsons explores next frontier in wearable technology, Functional Aesthetics Symposium and Book Launch on November, 2010.

http://www.newschool.edu/pressroom/pressreleases/2010/wearabletech.htm?utm_campaign=red-magazine-sp11&utm_medium=Print&utm_source=red-magazine-sp11&utm_content=functionalaesthetics&utm_term=null
Febrero 2017

Esta situación, junto a la reciente experiencia adquirida en el campo de los e-textiles, dio lugar a algunas de las preguntas de las que nació esta Tesis Doctoral: ¿Pueden las prácticas de las artes plásticas y visuales favorecer el aprendizaje de la programación y la electrónica? ¿Podrían estas prácticas fomentar el desarrollo de las capacidades creativas entre disciplinas? ¿Y el desarrollo del pensamiento computacional? ¿Qué oportunidades educativas y artísticas ofrece este nuevo contexto? ¿Qué papel tiene Internet y las prácticas DIY? ¿Cómo puedo contribuir con mis investigaciones al desarrollo de este área de estudios?.

A comienzos de 2011, bajo la supervisión de la profesora Katherine Moriwaki, formo parte del equipo que diseña los contenidos e imparte el Collab “*Soft Circuits: an exploration of new materials in the context of tangible interface design*”¹⁰. Esta clase tiene como objetivo iniciar a los estudiantes del *MFA in Design and Technology* en técnicas de fabricación de e-textiles y nuevos materiales con el fin de facilitarles la entrada a la construcción de sistemas físicos interactivos. En paralelo comienzo a trabajar para la escuela experimental Q2L dirigida por Katie Salen, experta en diseño y creación de juegos. En esta escuela formo parte del equipo que imparte y desarrolla los contenidos educativos transversales del programa educativo k-12 *Short Circuit*. Este programa tiene como objetivo ampliar y diversificar la educación tecnológica y digital, desarrollando nuevas oportunidades curriculares STEAM¹¹. En el ámbito artístico, muestro mis exploraciones sobre materiales inteligentes y electrónica DIY aplicada a la ilustración y el dibujo, en la galería *Ventana244*, *Space Gallery* de Brooklyn.

Ya en las navidades de 2012, decido regresar a España con el objetivo de comenzar a escribir esta Tesis Doctoral. Especialmente, con la intención de documentar y analizar las investigaciones que se han producido en el campo de investigación de los e-textiles

¹⁰ Los resultados de esta investigación los presenta la autora de este estudio en INTED2012 como contribuidora de la siguiente publicación: Moriwaki, Katherine y otros. *Scrapyard challenge and soft circuits: introducing electronic hardware design and electronics to artists and designers within an educational setting*. In Proceedings for INTED2012. IATED, Valencia (2012).

¹¹ Los resultados de estas investigación se publican en 2014 en los libros *Short Circuits Crafting e-Puppets with DIY Electronics* y *Soft Circuits Crafting e-Fashion with DIY Electronics* publicados por el Instituto Tecnológico de Massachusetts del MIT en 2013. La autora de estos estudios es contribuidora de ambas publicaciones.

aplicados a la educación y el arte. También, con el objetivo de despertar una discusión teórica sobre los retos y oportunidades que esta situación representa. Al respecto, conviene aclarar que aunque muchas de las ideas que fundamentan este estudio están basadas en los resultados obtenidos en mi experiencia en los Estados Unidos, éstas también se han ido enriqueciendo con el trabajo que he realizado en los últimos años. Especialmente, porque mi interés no solo ha sido escribir, sino también continuar investigando y trabajando, con el objetivo de facilitar la apertura de este campo de estudio en nuestro país, donde tanto su conocimiento como sus aplicaciones son todavía escasos.

3. Contenidos de la Tesis

En la actualidad no se ha detectado un trabajo de Tesis Doctoral desarrollado con el tema que se plantea en el enunciado de la presente investigación, ya que en los textos existentes que dan cuenta de los análisis abordados sobre el campo de los e-textiles no se destaca con claridad cuáles son sus derivaciones en el ámbito de las artes visuales. Consideraremos pertinente el planteamiento del presente proyecto de investigación con el fin de generar nuevos recursos en el área. Especialmente, para poder abrir nuevos contextos que favorezcan la teorización e integración del arte dentro de disciplinas científicas y tecnológicas. Igualmente, consideramos el tema como uno de los más oportunos y sugestivos, dada la velocidad a la que la tecnología avanza.

En términos de contenido, este estudio ha sido selectivo en orden cronológico, con la intención de poder realizar una interpretación del contexto. Nuestro objetivo ha sido crear una línea imaginaria que comienza en la década de los 80 con el auge de la cultura digital, y se prolonga hasta la actualidad. Como es imposible o muy difícil incluir todo, hay muchas áreas de estudio que no vamos a citar o a contrastar a lo largo de esta investigación. Además, queremos indicar que, a pesar de que en lo particular de esta Tesis Doctoral se proceda a utilizar el término de los e-textiles para referirse a un área de estudio multidisciplinar este campo de estudios, también se conoce como *Electronic Textiles*, *Smart Textiles*, *Smart Clothing*, entre otros términos¹².

La exposición está estructurada en tres capítulos centrales:

La Primera Parte comprende una investigación teórica sobre las tendencias y retos que supone el nacimiento de la cultura digital en Occidente. Se pretende mostrar las posibles cuestiones que concurren al exponer las relaciones entre el arte, la tecnología y la ciencia, desde el inicio de la era de la información y el nacimiento de la informática - finales de los años 80 y principios de los 90 - hasta los primeros

12 La traducción al castellano: Textiles Electrónicos, Textiles Inteligentes o Ropa Inteligente.

años del cambio de milenio. Para comenzar, nos basaremos en lo escrito por otros autores, para ofrecer algunas perspectivas de acercamiento a la materia, que ofrezcan una visión general y lo más esclarecedora posible del concepto de cultura digital.

De manera breve, mostraremos cómo el binomio arte y cultura digital, brindará una nueva visión multidisciplinar a las manifestaciones artísticas, vinculándolas a las novedades en los ámbitos del arte, la ciencia y la tecnología. Asimismo, advertiremos los obstáculos y el posicionamiento, predominantes a la hora de contextualizar una serie de proyectos artísticos que hacen uso de las tecnologías emergentes con la intención de explorar nuevas posibilidades culturales, políticas y estéticas.

Posteriormente, realizaremos una revisión a las tendencias contraculturales más importantes que surgen en el contexto digital. Para ello, mostraremos algunas líneas o perspectivas de acercamiento al movimiento social que deriva de las prácticas hacker. Especialmente, nos centraremos en su influencia en el ámbito artístico y en su intención por la democratización del conocimiento. Para concluir, exploraremos el nacimiento de la cultura libre, las comunidades digitales y las licencias de código abierto como eje liberador para la creación de nuevas herramientas tecnológicas orientadas para artistas y diseñadores.

La Segunda Parte abarca una investigación teórica desde los primeros años del milenio hasta el momento presente. Comenzaremos con una mirada breve a una serie de fenómenos que florecen y se cristalizan alrededor del año 2006. Bajo este contexto, trataremos de mostrar cómo tras el auge de la Web 2.0 y el comienzo de la recesión económica mundial, la filosofía del hacer se convertirá en una práctica cultural emergente propia del contexto digital. Igualmente, argumentaremos la aparición de una cultura mucho más participativa. En este recorrido, también citaremos las diferentes causas que han facilitado el acceso a nuevos materiales y a una serie de herramientas de fabricación digital que antiguamente eran costosas y complejas.

A continuación, nos centraremos en explicar una serie de movimientos sociales que surgirán como alternativa y protesta a un sistema insostenible. Inspirados por el software libre y en la cultura abierta, defenderán la tecnología DIY y el *learning by doing*¹³. Como parte de esta articulación, hablaremos de la cultura maker y trataremos de describir a una comunidad de personas que explora y comparte nuevas formas de producción manual y artesanal vinculadas al contexto digital. Finalmente, describiremos de manera breve los nuevos espacios para la creación y la innovación, surgidos en consonancia con este nuevo contexto.

Después, analizaremos cómo de las investigaciones realizadas en el ámbito de la tecnología vestible en los años 90, habría derivado, en los primeros años del milenio, el campo de estudios de los e-textiles. Además, cómo se habría producido paulatinamente una apertura de este campo a todo tipo de públicos. A partir de aquí, nos centraremos en explicar los motivos por los que actualmente se considera adecuado el campo de los e-textiles para el desarrollo de un modelo de educación STEAM en el que se integra el arte y el diseño sobre los campos científicos y tecnológicos.

La Tercera Parte comprende un estudio teórico-práctico con el que formularemos las hipótesis de la presente Tesis Doctoral. Para ello, primero analizaremos cómo la reciente facilitación de la experiencia tecnológica unida a la creatividad del artista y al acceso a nuevos materiales, habría logrado instaurar un nuevo campo de investigación y exploración en el ámbito de e-textiles. A continuación, expondremos de manera breve, los estudios de diferentes investigadores, diseñadores o educadores que, especialmente desde el ámbito de los e-textiles, estarían aproximando la tecnología como material. En relación a estas investigaciones, argumentaremos como parte de este estudio la hipótesis de la aparición de un nuevo entendimiento de la tecnología como un material creativo. Especialmente, haciendo referencia a la creatividad de los e-textiles como la propia que estas prácticas ya sugieren, por llevar implícita la idea de materialidad. Así también, a la creatividad que implica aproximarse a las prácticas DIY, el *learning by doing* y las herramientas tecnológicas propias de Web 2.0.

¹³ El aprendizaje se logra a través de la metodología de aprendizaje *learning by doing* de raíz constructivista (Aprendiendo Mientras Hacemos o Aprender Haciendo en castellano) en un entorno social.

Bajo este marco, defenderemos la aparición de nuevos enfoques creativos y educativos en el uso de los e-textiles aplicados a las artes visuales. Para ello, explicaremos cómo esta situación ofrece nuevas oportunidades para la investigación y enseñanza de las artes visuales, utilizando nuevas tecnologías y electrónica. Además, propondremos una serie de talleres con los que explicaremos cómo el ámbito de estudios de los e-textiles se propone apto para el desarrollo de nuevos enfoques educativos interdisciplinarios. Especialmente para aquellos que favorecen la teorización e integración del diseño y el arte dentro de disciplinas científicas y tecnológicas.

Para terminar realizaremos los análisis y conclusiones pertinentes.

4. Metodología

Como estrategia previa al inicio de cualquier investigación, se considera la metodología a escoger, pues esta decisión determinará también en gran medida los resultados obtenidos. En función de esto, hemos optado por abordar esta investigación desde la práctica individual del diseñador, docente y artista¹⁴, en relación a la construcción de un conocimiento en el área multidisciplinar de los e-textiles. En referencia a esta metodología, posiblemente una de las mayores dificultades para su realización, haya sido que ha requerido de una formación académica exhaustiva en el ámbito de los e-textiles en un ambiente cercano, pero también ajeno a la producción académica.

Antes de comenzar a desarrollar un método de investigación, el planteamiento de esta metodología, unido a la investigación de un tema tan reciente, ha hecho necesario establecer un marco histórico para localizar, contextualizar y sentar las bases de los contenidos e ideas que se defienden. En relación al contenido, los capítulos I y II se proponen para establecer un marco general y global, cuyo análisis resulta imprescindible a la hora de comprender el alcance de la cultura digital y el rápido desarrollo en lo que a las investigaciones del campo de estudio de los e-textiles concierne. Asimismo, funcionarán como referencia importante para saber dónde nos hallamos, cuáles son los senderos que se están marcando en este ámbito y cómo éstos afectan a las competencias artísticas y educativas. El capítulo III se dirige especialmente a realizar un análisis y defensa sobre la cuestión examinada, la existencia de nuevos espacios compartidos entre el ámbito de los e-textiles y las artes visuales.

Durante este estudio, las fuentes de documentación utilizadas proceden de diferentes campos, destacando los estudios de la cultura digital, el arte, la tecnología (en general) y el diseño, y la ciencia (en particular). Especialmente, ha sido importante la consulta a diferentes autores que trabajan desde la economía, la sociología y la política. Esto se

¹⁴ Las investigaciones artísticas suponen un proceso en el que investigador procede como artista. La investigación transcurre de una forma similar a como un artista crea una pieza. Las preguntas que se formula pueden o no ser artísticas, pero el proceso con el que pretende encontrar las respuestas posee una estructura artística. En investigación estos procesos de indagación artísticos pueden o no producir una obra artística final. Freire, Paulo, *Pedagogy of Freedom*. Lanham, MD: Rowman and Littlefield, (2001).

debe a que la fundamentación de nuestros estudios también se basaba en la relación de todos estos campos de conocimiento. Además, se ha hecho hincapié en incluir métodos académicos más tradicionales, como conferencias, publicaciones proyectos de investigación o exposiciones, que han tenido un impacto significativo sobre la cuestión examinada. A parte de la investigación bibliográfica, que está en el fundamento de cada discurso teórico sobre el tema de este estudio, esta Tesis Doctoral también se asienta sobre un trabajo de campo. Este trabajo incluye una serie de talleres diseñados e impartidos por la autora de este estudio entre 2010 y 2017 en contextos mayoritariamente ajenos a la producción académica entre los Estados Unidos, Europa y Asia.

Para concluir, es indispensable indicar que la intención de esta Tesis Doctoral no ha sido hacer un análisis exhaustivo de cada una de las nociones propuestas. Su propósito es, por el contrario, quedarse en las fisuras y explorar aquellos terrenos poco definidos, buscando los nexos entre ellos. Desde esta perspectiva impera tener en cuenta que el contexto en que este estudio se desarrolla, que no puede ser otro que el mío propio, así como las experiencias y referencias cuyo alcance he podido observar, no es por tanto un recorrido completo, ni absoluto; más bien es el que puede invitaros a ejecutar, compartir y mejorar.

PARTE II

Desarrollo de la investigación

Capítulo 1.

LA CULTURA DIGITAL
RETOS Y OPORTUNIDADES

1.1. Contexto histórico. La Cultura Digital

Como argumentaremos a continuación, la definición de cultura digital se crea por la necesidad de explicar una serie de fenómenos y afectaciones que la tecnología digital ha desarrollado en las diferentes culturas contemporáneas desde el siglo XX. Es importante advertir cómo durante los años 80 y años 90, particularmente en los Estados Unidos, las tecnologías se fueron transformando en un mercado poderoso, que se consolidó hasta el punto de ser la base de la economía, la política y la cultura del actual siglo XXI. Podemos decir que será a partir de ese momento, cuando su carácter sinérgico determine los procesos productivos y comunicacionales de nuestra era a nivel mundial. En opinión del teórico Pierre Lévy:

La cultura digital abarca más allá de los sistemas, prácticas, entornos y medios culturales simbólicos (como los directamente relacionados con la información, la comunicación, el conocimiento o la educación) y se extiende prácticamente a todos los ámbitos de la sociedad ¹⁵.

Ciertamente, para entender este proceso es necesario señalar cómo durante el siglo XX, la revolución científico-técnica que se produce con la llegada del cine y la televisión, se cristalizará en un nuevo contexto, la denominada “cultura de masas”¹⁶. Para Neumann:

(...) Estas masas nacen con el único objeto de alcanzar el clímax emocional que se produce al participar en una turba espontánea: la sensación de reciprocidad, la intensa excitación, la impaciencia, la sensación de fuerza y de poder irresistible, el orgullo, el permiso para ser intolerante, la pérdida del

¹⁵ Lévy, Pierre, *La cultura en la era del ciberespacio. Cibercultura* La cultura de la sociedad digital. [Informe al Consejo de Europa]. Barcelona. Prólogo: Manuel Medina. Barcelona: Rubí; México: Anthropos-Universidad Autónoma Metropolitana. (2007), p.18.

¹⁶ La cultura de masas es el desarrollo de un nuevo modelo en el que se refuerzan las desigualdades y diferencias con estrategias e instrumentos mercadológicos cada vez más elaborados en donde la principal herramienta tiene que ver con los medios de comunicación. Sus orígenes los podemos situar en la industrialización y urbanización de las ciudades en el siglo XIX, se desarrolla a lo largo del siglo XX en el marco de una sociedad industrial.

sentido de la realidad. A los miembros de estos grupos nada les parece imposible; pueden creer cualquier cosa sin ponderaciones prolijas; les resulta fácil actuar sin responsabilidad y sin exigencias de constancia¹⁷.



Familia viendo la televisión (1950).

En efecto, esta situación representará para la interconexión humana a escala global una nueva modalidad de expresión, característica de una nueva sociedad de consumo y política. Así, por ejemplo, durante la década de los 50 la televisión como medio de comunicación, irrumpió de tal manera en la vida cotidiana que se convirtió en uno de los principales pilares de la vida social y cultural. Bajo este marco, surgirán los primeros estudios en torno al papel de las nuevas tecnologías que el público destinaba para los bienes de consumo y la moda. En palabras del antropólogo Levi-Strauss, en esos momentos ya habríamos pasado de un estado natural, a un estado cultural, social¹⁸.

17 Neumann, Noelle, *La espiral del silencio. Opinión pública: nuestra segunda piel social*. Barcelona: Editorial Paidós (1995), p.151.

18 Lévi-Strauss, Claude, *Naturaleza y Cultura y El problema del incesto*. En *Las estructuras elementales del parentesco*. Buenos Aires: Paidós (1969) pp.35-59

Del análisis de esta etapa, destacamos a Jean Baudrillard y su “Teoría del simulacro”¹⁹ y a la figura de Guy Debord que hablará de “La sociedad del espectáculo”²⁰. Así también a Marshall McLuhan, que con su afirmación “*The medium is the message*”²¹ provocará una verdadera revolución. Es importante mencionar, como este último teórico desarrolló su pensamiento en torno a los usos y aplicaciones de la tecnología y su impacto sobre los modelos y hábitos sociales. Desde esta perspectiva, llegó a afirmar que la aparición de la “Aldea global”²², habría producido un rápido desarrollo y proliferación de la tecnología, lo cual habría quedado reflejado también en los procesos y modelos de producción del arte, lo que propiciará unos nuevos caminos creativos.

Desde finales de la década de los 80 y en los 90, observaremos cómo la aparición de la tecnología digital radicaliza el proceso iniciado por los medios de comunicación de masas. Como explicaremos más adelante, el ordenador sustituirá en pocos años todos los procedimientos técnicos de naturaleza analógica por sistemas digitales. Tal como afirman Barry Leiner y otros autores, la cultura digital alcanzará una mayor expansión gracias al abaratamiento de los ordenadores y al desarrollo de las redes de comunicación, que aparecerán ligadas a la Internet²³. Este proyecto, que habría derivado de la investigación militar y el entorno académico americano, adoptará la forma que conocemos actualmente con la creación de la aplicación *World Wide Web*, sentando las bases de las comunicaciones digitales. Como apunta Manuel Castells:

Internet en ese sentido no es simplemente una tecnología; es el medio de comunicación que constituye la forma organizativa de nuestras sociedades, es el equivalente a lo que fue la factoría en la era industrial o la gran corporación en la era industrial. Internet es el corazón de un nuevo paradigma sociotécnico que constituye en realidad la base material de nuestras vidas y de nuestras formas de relación, de trabajo y de comunicación. Lo que hace Internet es procesar la

19 Baudrillard, Jean, *Cultura y simulacro*. Editorial Kairós (1998)

20 Debord, Guy, *La sociedad del Espectáculo*. Editorial Pre-textos (2005)

21 McLuhan, Marshall, *Understanding Media*. Editorial Routledge, Londres (1964), p.3.

22 McLuhan, Marshall, *La Galaxia Gutenberg*. Barcelona, Círculo de Lectores (1998)

23 Barry M. Leiner y otros. *A Brief History of the Internet*, Part I and II. ISOC (1997)

virtualidad y transformarla en nuestra realidad, constituyendo la sociedad red, que es la sociedad en que vivimos²⁴.

Paulatinamente, la aparición del ordenador e Internet resultará ser una herramienta accesible con que expresarse y poder explorar la relación cambiante entre tecnología y cultura. Será un periodo de grandes cambios culturales y, tras de la democratización de Internet, escasos serán los productos culturales donde el ordenador ya no sea una parte integrante. Para Michael Peters, nos toparemos con un giro en el uso de los nuevos medios y una reconfiguración de las dinámicas de la comunicación de masas que afectará a todos los ámbitos, representando nuevos e importantes retos y paradigmas para el arte o la educación artística²⁵. Pasaremos, en pocos años, de una cultura de masas a otra cultura más participativa. Al respecto es importante explicar, cómo Internet al igual que otros inventos tales como el microondas, el reloj de pulsera, la gabardina, formarán parte de un experimento militar. En relación a esta situación, el teórico Peter Novak, en su libro *Sex, Bombs and Burguers*, nos explica cómo estos inventos habrían surgido durante las dos grandes guerras del siglo XX, y cómo estos se habrían convertido en verdaderamente transformadores al pasar al mundo de las corporaciones privadas²⁶. No obstante, a partir de estos años, Internet se libera parcialmente del ámbito de la estrategia militar y el entorno académico²⁷. Como argumentaremos, la realidad virtual, el arte por Internet o las nuevas narraciones interactivas serán algunas de las prácticas artísticas y características de este momento.

Bajo este marco, para el teórico Andrew Darley, surgirán nuevas herramientas digitales que pasarán a formar parte de la industria visual y cultural, produciéndose también una extensión de su uso en el cine y la televisión y, posteriormente, en la industria de los videojuegos. En su opinión:

24 Castells, Manuel, *La era de la información*. Economía, sociedad y cultura. Vol.1 México, (1996), p.158.

25 Peters, Michael A. y Bulut, Ergin, *Cognitive capitalism, education and digital labor*. New York, Peter Lang Publishing. (2011), p.25.

26 Nowak, Peter, *Sex, Bombs and Burguers*, Globe Pequot Press, Lyons Press (2011)

27 ARPANET o Advanced Research Projects Agency Network fue la primera red en la cual varios ordenadores podían intercambiar datos. Es el precursor de Internet. ARPANET fue desarrollada por el Departamento de Defensa de Estados Unidos y estuvo activa hasta el 1990. En 1983 insertó el protocolo TCP/IP.

Hasta el juego del ordenador, que en muchos aspectos es quizás el más “novedoso” de los géneros digitales de masas que nos ocupan en estas páginas, se encuentra influido y recibe aportaciones de otras formas audiovisuales y de entretenimiento.²⁸

En cualquier caso, bajo nuestro criterio, todas estas transformaciones modificarán el mundo y la manera en que nos comunicamos, aprendemos y nos relacionamos. Básicamente, al producirse una introducción de lo digital en lo cotidiano y un control de la información a nivel global, se establecerá lo que actualmente conocemos como “sociedad de la información” o “sociedad del conocimiento”²⁹. Según el teórico Pau Alsina, todos estos fenómenos serán el reflejo de un momento donde se funden las fronteras entre la digitalización de la cultura y la cultura digital³⁰.

Como argumentaremos en este trabajo, la ciencia y la tecnología alcanzarán un gran desarrollo de lo que derivará una transformación profunda. Nos toparemos ante un nuevo territorio transversal que nace entre las tecnologías de la información, de la comunicación y de la interacción humana. Bajo este marco, surgirán novedosos conceptos contemporáneos como el transhumanismo³¹, la cibercultura o la cibernética. Muchos de estos términos, al estar en constante movimiento, tendrán una definición muy difícil de acotar. Así bien, en términos generales, entenderemos que la cibernética será un punto de partida para reflexionar sobre la invención de las máquinas, no sólo como artefactos, sino como un sistema de pensamiento que influye en las relaciones que establecemos con el medio y con nosotros mismos como cuerpo. Por su parte, el concepto cibercultura se utilizará para señalar un espacio democrático en la red donde es posible la crítica y la libertad de expresión ante los privilegios de los monopolios. En todo caso, autores como Derrick de Kerckhove y Pierre Lévy definirán la cibercultura como la tercera era de la comunicación:

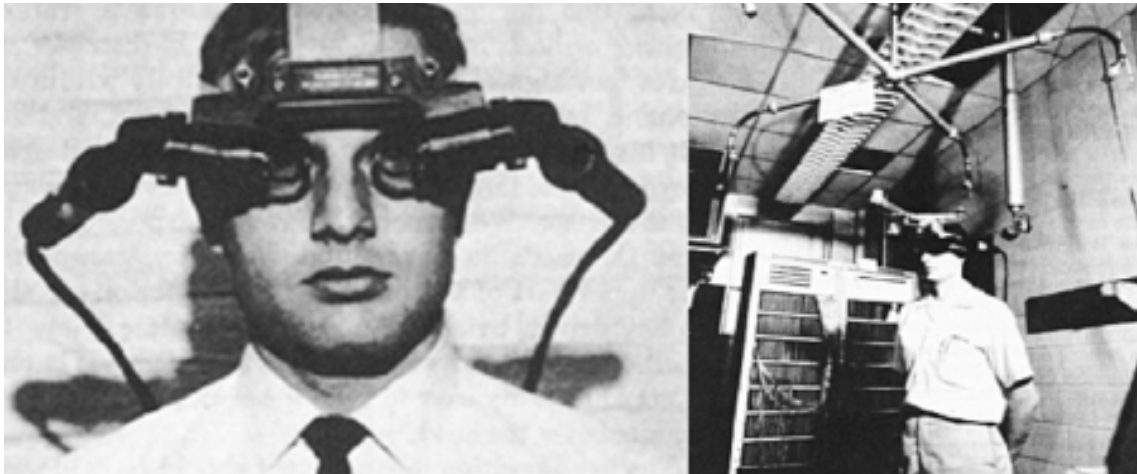
28 Darley, Andrew, *Cultura Visual digital. Espectáculo y nuevos géneros en los medios de comunicación*, Paidós Comunicación 139 Cine.(2000), p.301.

29 La Sociedad de la Información es un nuevo tipo de sociedad donde la creación, modificación y distribución de la información forma parte esencial de la actividad económica y social.

30 Alsina, Pau, *De la digitalización de la cultura a la cultura digital*. Monográfico dentro de la revista Digithum de los Estudios de Artes y Humanidades de la UOC. Num 12. (2010)

31 Como concepto contemporáneo la palabra “transhumanismo” fue introducida por Julian Huxley en 1927.

Lejos de ser una subcultura de los fanáticos de la Red, la Cibercultura expresa una mutación muy importante de la misma esencia de la cultura (...) De este modo, la Cibercultura inventa otra manera de hacer que llegue la presencia virtual a sí mismo de lo humano diferente de la imposición de una unidad de sentido³².



Sword of Damocles, The Massachusetts Institute of Technology. MIT (1968).

Para Kerckhove, este nuevo espacio configura un lenguaje todavía más universal que el alfabeto, quedando esto reflejado en una nueva psicología y lenguaje digital³³. En su opinión, no es el mundo el que se encuentra en proceso de globalización, sino que somos nosotros mismos, defendiendo el mundo *online* como una extensión y no una contradicción al mundo físico³⁴. Por su parte Pierre Lévy, se centrará en analizar el ciberespacio, defendiendo su virtualización como un fenómeno distinto a la digitalización que se extiende por diferentes aspectos de la cultura. Según su criterio, la cultura digital, además de estar conformada por elementos de carácter simbólico, contará también con otros componentes, el de sus artefactos, conexiones y dispositivos electrónicos que estarían contribuyendo a generar el crecimiento de lo que define socialmente a los grupos en el ciberespacio³⁵.

32 Lévy, Pierre, *La Cibercultura, ¿el Segundo diluvio?* UOC Proa, Barcelona, (1998) pp. 203-204.

33 De Kerckhove, Derrick, *Inteligencias en conexión. Hacia una sociedad de la web*. Barcelona, Editorial Gedisa (1999) pp.17-28.

34 De Kerckhove, Derrick, *La piel de la cultura*. Barcelona, Editorial Gedisa (2001) p.160.

35 Lévy, Pierre, *La cultura en la era del ciberespacio. Cibercultura*. La cultura de la sociedad digital. [Informe al Consejo de Europa]. Prólogo: Manuel Medina. Anthropos-Universidad Autónoma Metropolitana (2007)

A finales de la década de los 90, se producirá una consolidación de los medios digitales en nuestro entorno cultural. Nos situaremos en un momento histórico en el que la diversidad cultural y social se empezará a entender como principal motor para una integración democrática. Según el teórico Manuel Castells, se dará paso a las nuevas tecnologías para integrarnos en el proceso de la globalización³⁶, comenzándose a hablar de innovación en la cultura digital:

La creatividad no debe considerarse desde la perspectiva del sujeto, sino desde el trasfondo de los productos culturales en una sociedad determinada. La innovación es el proceso por el que el desarrollo de la productividad se añade al valor del producto o al proceso de producción o distribución de dicho producto. Es un valor añadido basado en la creatividad, que puede ser intercambiable, como el dinero o algo útil para la sociedad (para una institución, para una organización, para un individuo o para un grupo de individuos).³⁷

Como explicaremos en capítulos posteriores, en poco tiempo la capacidad de poder compartir toda experiencia cotidiana a través de las redes sociales y los dispositivos móviles derivará en nuevas formas de consumo cultural. Especialmente, tras la popularización de las redes sociales, puesto que surgirán toda una serie de movimientos sociales que harán uso de Internet como herramienta de lucha social. De hecho, estos fenómenos se convertirán en un factor determinante para la aparición de diversos movimientos artísticos. En poco tiempo, esta situación conducirá a la aparición de novedosas interrelaciones entre la cultura de participación y la transmedialidad, surgiendo nuevos conceptos contemporáneos como la narración transmediática³⁸.

En este escenario, nos gustaría señalar brevemente cómo, desde los años 60 y los años 70, en el ámbito económico también se vendrían produciendo transformaciones profundas.

36 Castells, Manuel, *Internet y la Sociedad Red*, Alianza editorial (2006) pp.11-13.

37 Castells, Manuel. Creatividad, innovación y cultura digital. Un mapa de sus interacciones en Telos: Cuadernos de comunicación e innovación. 2008, Nº. 77.

38 El término transmedia storytelling se le atribuye a Henry Jenkins aunque fue Marsha Kinder quien introdujo el término "transmedia" en los estudios sobre comunicación, como reconoció el propio Jenkins. Jenkins, Henry, *Transmedia storytelling* en MIT Technology Review, Biomedicine (2003).

En opinión del economista Yann Moulier Boutang, esto se produce puesto que esta apertura del conocimiento que supone el contexto digital habría derivado en diferentes conflictos, impactando también en lo económico y creándose nuevos modelos capitalistas, entre ellos el capitalismo cognitivo³⁹. Para Antonio Negroponte:

Ser digital supondrá la aparición de un contenido totalmente nuevo, surgirán nuevos profesionales, inéditos modelos económicos e industrias locales de proveedores de información y entretenimiento⁴⁰.

Según Toffler:

En esencia hay tres fuentes de poder social. Una es la fuerza, o sea, la violencia o amenaza. No es necesario poner a todo el mundo en prisión; pero el sólo hecho de poder hacerlo mantiene a toda la gente en línea. El ejército es fuente de poder. Esto, por tanto es una clase bruta de poder. El poder de la violencia, real o implícito, no es muy flexible. Con él, puede castigar (o amenazar con hacerlo). La segunda fuente de poder es la riqueza. Si usted cuenta con una riqueza, no sólo puede castigar sino compensar. Es por eso que el dinero es generalmente fuente de manipulación. La tercera fuente del poder es el conocimiento o la información: la mejor de las tres. Con esta fuente de poder se puede obtener lo que se desea sin tener que obligar a los demás. Se puede encontrar una solución triunfadora para ambos bandos o persuadir a los demás de lo que uno desea es lo que ellos desean en primer lugar. Necesitamos una comprensión más profunda para conocer el buen y mal uso de la información con fines de poder⁴¹.

Así bien, esta situación será muy criticada por varios pensadores, entre ellos artistas, que no estarán a favor de estas prácticas económicas centradas en el conocimiento como recurso productivo. En opinión de Juan Luis Moraza:

39 Yann, Moulier Boutang, *Riqueza, propiedad, libertad y renta en el capitalismo cognitivo* en Moulier Boutang, Yann y Corsanni. Antonella et al. 2004. Capitalismo cognitivo, propiedad intelectual y creación colectiva. Madrid: Traficantes de sueños (2004).

40 Negroponte, Nicholas *El mundo digital. El futuro que ha llegado*. Barcelona, Ediciones B (2000) p.38

41 Toffler, Alvin, *La visión de los líderes en la era digital*. México, Editorial Prentice Hall. (2001), p.26.

Las llamadas “sociedades del conocimiento” no privilegian el saber humano. Muy al contrario de lo que parece se produce una capitalización total del trabajo humano, de su emocionalidad, su sensibilidad y su creatividad. Convertido el sujeto en capital financiero, las cualidades cognitivas del arte quedan instrumentalizadas al servicio de las estrategias estéticas de esta nueva edad “media”, o bien quedan marginadas y destituidas⁴².

Finalmente indicar, que con el análisis y los autores que hemos mencionado aquí nuestra intención ha sido ofrecer un panorama objetivo y práctico para la comprensión del contexto histórico de nuestro objeto de estudio. Con esta breve aproximación, lo que hemos querido es delimitar y nombrar las consecuencias más relevantes que explican a través de qué procesos la cultura ha pasado a ser un nuevo tipo de cultura, la cultura digital.

42 Moraza, José Luís, *Arte en la era del capitalismo cognitivo*. Publicado por el Centro de Estudios Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. (2012), p.2.

1.2. El *New Media Art*

Desde la perspectiva que se toma en este estudio, entendemos que, a través de la historia, la introducción de una nueva tecnología aplicada a la producción artística siempre ha derivado en un cambio de paradigma. Este giro, por lo general, ha resultado ser más o menos pronunciado en referencia a la distancia que esta nueva tecnología mantuviera en relación con su antecesora. Ahora bien, de acuerdo con nuestra experiencia, el concepto de arte ha variado considerablemente según la época, y ha sido motivo de muchos estudios y polémicas debido a la evolución que ha tenido a lo largo de la historia. Para el teórico Peter Burger, en la relación entre arte y tecnología nos encontramos con las discusiones más interesantes acerca de cómo un dispositivo tecnológico cuestiona la producción artística primero, y luego a toda la institución del Arte⁴³. Por su parte, el teórico Edward Shaker opina que esto se produce por su naturaleza práctica y teórica, pues el arte que utilizan los nuevos medios suele negarse a adoptar los lenguajes formales y soportes materiales propios del arte contemporáneo mayoritario⁴⁴.

En cualquier caso, en el año 1970 cuando Adorno escribió la “Teoría estética” ya afirmaba que el arte es el reflejo de las tendencias culturales de una sociedad aunque, según él, no siendo un claro reflejo de ésta, sino una representación, algo irreal, el arte como negación de las cosas⁴⁵. Al respecto, nosotros defenderemos en este estudio cómo los valores estéticos y artísticos no son algo absoluto, sino que siempre están estrechamente vinculados a la situación histórico-social en la que surgen. Es por ello que lo que nos interesa señalar a continuación no es tanto un debate formal sobre las posibles transformaciones en el arte ligado a la introducción de tecnologías digitales y los nuevos medios o sus categorías. Sin embargo, sí nos interesa exponer el impacto de los nuevos medios tecnológicos, así como sus posibles retos y oportunidades en las prácticas artísticas contemporáneas, el contexto de la cultura digital.

43 Burger, Peter. *Teoría de la vanguardia*. Ediciones Península Barcelona (1974)

44 Shaker, Edward. *Nuevos medios, arte-ciencia y arte contemporáneo: ¿hacia un discurso híbrido?* Revista de Arte, Ciencia y Tecnología. Artnodes N° 11 (2011), pp.5-6.

45 Adorno, Theodor W, *Teoría estética*. Madrid: Ediciones Akala (2004)



Golden Buddha. Nam June Paik. (2005).

No obstante, antes de introducirnos en la temática, realizaremos algunas aclaraciones acerca de este grado de novedad. Durante siglos el objeto del arte fueron la pintura y la escultura. Ya a mediados del s.XIX, la llegada de la segunda fase de la Revolución Industrial abrió la posibilidad de utilizar dispositivos y elementos tecnológicos. En poco tiempo, la invención y el desarrollo de la fotografía, supuso uno de los mayores logros técnicos y culturales del siglo, cambiando por completo la naturaleza de la representación. Después de muchas controversias, en el s.XX la fotografía, el cine y el vídeo se incorporaron al campo del arte como nuevos medios y, tras éstos, llegaría el ordenador e Internet; abriendo el camino hacia tipologías artísticas más complejas y ambiguas⁴⁶.

Sin embargo, a partir de los años 70, el advenimiento de la modernidad y la aparición de nuevas tendencias, coincidirían con el desarrollo de los nuevos medios de comunicación de masas. Al respecto, Walter Benjamin ya había reflexionado acerca de cómo el arte

46 Ramírez, Juan Antonio, *Historia del Arte. El mundo Contemporáneo*. Alianza Editorial. Madrid (1997)

producido para las masas genera nuevas formas de relación entre los individuos⁴⁷. Para la catedrática de Historia del arte Anna Maria Guasch, una de las características de estos años es observar cómo los artistas cada vez estarán más dispuestos a abordar y ejecutar planteamientos de corte social, llevando la obra a una audiencia más amplia⁴⁸. En esta época, la disponibilidad de adquirir equipos audiovisuales relativamente asequibles como el vídeo, captará la atención de innumerables artistas, que comenzarán a utilizar estos medios con fines artísticos, como es el género del videoarte⁴⁹. Como apunta Baudrillard:

Hoy en día en ninguna dramaturgia del cuerpo, en ninguna *performance* puede faltar una pantalla de control; no para verse o reflejarse con la distancia y la magia del espejo, sino como refracción instantánea y sin profundidad. En todas partes el vídeo no sirve más que para esto: pantalla de refracción estática que ya no tiene nada de la imagen, de la escena o de la teatralidad tradicional, que no se utiliza de ninguna manera para interpretar o contemplarse, pero que empieza a ser útil por doquier- a un grupo, a una acción, a un acontecimiento, a un placer - *a estar insertados sobre sí mismos*⁵⁰.

Tal y como argumentaremos más adelante, a finales de los 80 la asequibilidad de los ordenadores personales traerá consigo un florecimiento del arte informático, surgiendo una primera generación de artistas que crea arte utilizando como herramienta el ordenador. El arte a través del ordenador tendrá como característica su inmaterialidad. Tal y como afirma Margot Lovejoy citando a Paul Valery:

En todas las artes existe un componente físico que ya no puede ser considerado o tratado como antes, que no puede permanecer intacto por nuestro conocimiento y fuerza. Tenemos que esperar grandes innovaciones capaces de transformar las técnicas de las artes, y afectar la invención del arte misma y tal vez cambiar nuestra

47 Benjamin, Walter, *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica*. Discursos interrumpidos I. Buenos Aires: Taurus (1989) p.63.

48 Guasch, Anna Maria *Los manifiestos del arte posmoderno: textos de exposiciones, 1980-1995*. Madrid. Ediciones Akal (2000), Prólogo.

49 La disponibilidad de equipos audiovisuales relativamente asequibles captó la atención de innumerables artistas como Jenny Holzer, Pipilotti Rist, Vito Acconci, Bill Viola, Bruce Nauman, entre otros.

50 Virilio, Paul y Baudrillard, Jean, *Videoculturas de fin de siglo*. Catadura signo e imagen (1996), p.31.

noción del arte por completo ⁵¹.

Para José Ramón Alcalá, se comenzará a hablar del paso de lo analógico a lo digital en el arte. Como este autor argumenta, tras la aparición del ordenador empezará a surgir cada vez con más intensidad un arte propiamente tecnológico, producido directamente en este soporte, que se denominará “arte electrónico”⁵². Desde entonces, y de un modo general, se utilizará el término arte de los nuevos medios para referirse a proyectos que se valen de las tecnologías de los medios de comunicación emergentes y exploran las posibilidades culturales, políticas o estéticas de tales herramientas. Sin embargo, para una buena interpretación de este estudio, es importante aclarar que ya en las vanguardias artísticas del futurismo, el dadaísmo o el constructivismo⁵³ nos encontraremos con las raíces conceptuales y estéticas del arte de los nuevos medios⁵⁴.

Para el teórico Lyotard, como consecuencia del fin de la modernidad, la posmodernidad se constituirá un nuevo momento histórico caracterizado por lo diferente y lo heterogéneo, donde tanto el arte como el pensamiento comparten un carácter anticipatorio⁵⁵. En poco tiempo, muchas de las obras de arte que nos encontraremos se caracterizarán por su carácter multimedia. Al respecto, Joan Foncuberta explica:

A lo largo de la historia el hombre ha ideado tres artilugios como formas de control del tiempo: el reloj, la cámara fotográfica y la máquina del tiempo. El reloj puntea e imprime una medida al transcurso de las horas y los minutos. La cámara fotográfica detiene el tiempo y congela el movimiento. Y la máquina del tiempo, según la fabulación de H. G. Wells nos permite viajar hasta donde queramos del pasado o del futuro⁵⁶.

51 Lovejoy, Margot, *Digital Currents: Art in the Electronic Age*. London: Routledge (2004), pp. 222-223.

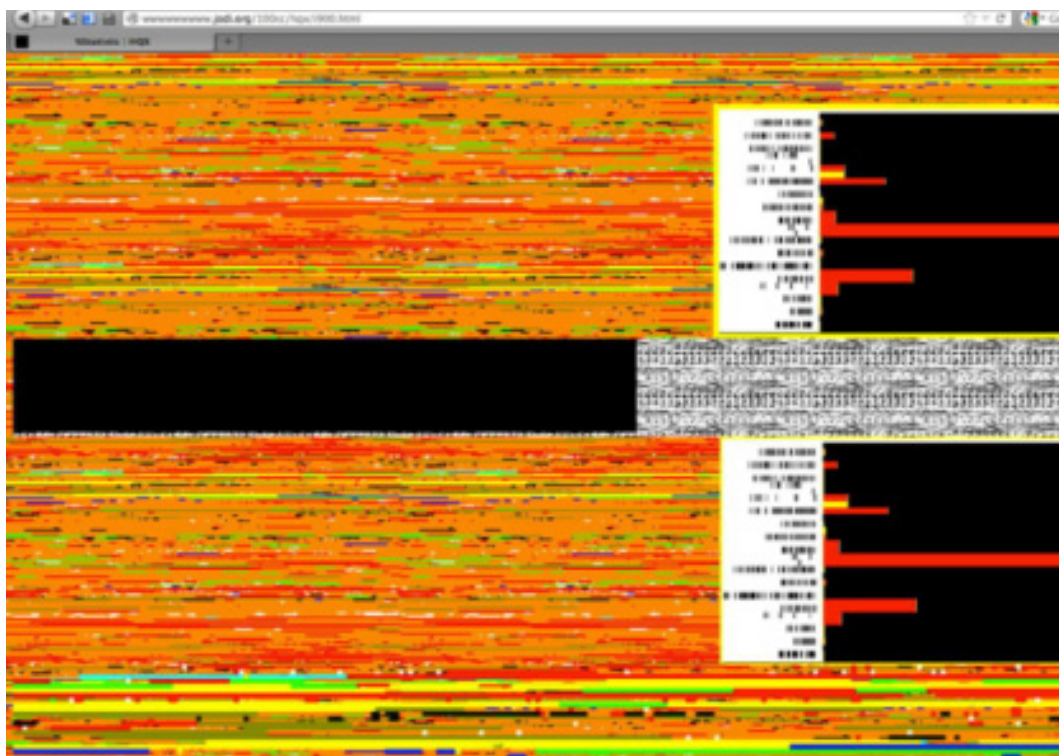
52 Alcalá, José Ramón. *Arte Electrónico. El nuevo papel del artista en la sociedad digital. Arte y Funcionalidad*. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Col. Memorias Culturales. Asociación Valenciana de Críticos de Arte. Valencia. (2002), pp.79-96.

53 Popper, Frank *Art of the Electronic Age*. New York, Harry N. Abrams (1993), pp 7-11.

54 Así por ejemplo, en 1960 propuestas artísticas del movimiento Fluxus ya rompía con la estética tradicional, aglutinándose diferentes disciplinas y transfiriéndose el interés hacia el espacio y el público

55 Lyotard, Jean-François, *La condición posmoderna*. Madrid, Cátedra, (1987).

56 Foncuberta, Joan, *Después de la fotografía: identidades fugitivas. La revolución digital y sus dilemas*. Sección Estética y Teoría. *Revista El Paseante* números 27-28, Madrid, España: ediciones Siruela, (1998).



www browser: JODI.ORG (1995).

Ya en la década de los años 90, la tecnología digital se hará aun más accesible. Tal y como veremos más adelante, los primeros navegadores e Internet canalizarán el nacimiento del arte de los nuevos medios como un movimiento que se incorpora al ámbito de las artes visuales. Bajo nuestra experiencia, esta situación representará no solo nuevos planteamientos, sino también nuevas estéticas y procesos artísticos. En opinión de Nicholas Mirzoeff:

Si lo digital significa algo para el arte visual, es la necesidad de evaluar esta orientación y cuestionar las asunciones más atesoradas del arte. Desde la perspectiva más utópica, la revolución digital abre una nueva realidad de cultura colectiva inmaterial, sin autor e imposible de introducir al mercado; desde la peor perspectiva, señala la obsolescencia inminente del propio arte visual⁵⁷.

⁵⁷ Bishop, Claire, *Digital Divide Contemporary Art and New Media*. Revista ArtForum. (2012), p.434-441.

A partir de este momento, para intentar definir categorías se tendrá que hacer una distinción, entre el trabajo artístico creado usando medios digitales y los trabajos que requieren la tecnología digital con el fin de ser presentados. Uno de los rasgos que apoyan esta idea, es que surgirán una serie de debates que van desde qué entendemos por arte de los nuevos medios hasta cómo conservar ese arte en los museos. En todo caso, formas de expresión como el net.art⁵⁸, se convertirán en uno de los géneros más característicos del arte de los nuevos medios. Como explica el teórico y artista Brian Mackern:

Entre estos artistas se encontraban, por ejemplo, Alexei Shulgin, Jodi, Olia Lialina, Heath Bunting, Vuk Cosic, etc. Este movimiento se caracterizó por coincidir temporalmente en la exploración de lenguajes y posibilidades de expresión en la red, acompañado por listas de discusión muy fermentales, que ayudaron, a su vez, a formalizar de alguna manera las bases de acción creativa que estos artistas ejercían en *Internet* y a contextualizar y contenerlas en una suerte de marco referencial⁵⁹.

Otros géneros significativos también son el software art, los videojuegos artísticos, las instalaciones interactivas y la performance. Según Juan Martín Prada:

El interés de una determinada experimentación artística en torno al mundo de la Web 2.0 dependería, a nuestro juicio, primordialmente de su capacidad para evocar, en el interior de la singularidad de esa producción concreta que es la obra artística, no sólo lo abstracto de la vida de un espacio global sino, sobre todo, las tensiones de renovación y transformación, de crítica, de goce, de más libertad y de más singularidad que son inherentes a la multitud en línea⁶⁰.

58 Desde 1994 hasta 1997, año en que el net.art fue incluido por primera vez en la exposición “documenta X” de Kassel en Alemania, el arte de los nuevos medios existía relativamente aislado del mundo artístico. El concepto de net.art se debe al artista Vuk Cosic, que en 1995 encontró la frase net.art en un mensaje erróneo de correo electrónico y la adoptó para este nuevo tipo de arte creado en la web. y que ha dado lugar a otras tendencias artísticas como el *net.art*, el *blog-art*, el *game arte* y las formas creativas online relacionadas con el uso de las redes sociales.

59 Mackern, Brian. Entrevista por Luciana Sarlo. *net art or not art?* Bistart. Artefactos Virtual, (2001).

60 Prada, Juan Martin, *Prácticas artísticas e Internet en la época de las redes sociales*. Editorial AKAL (2012), p.47.

En opinión de Jose Luis Brea, pionero de la crítica de arte en la red:

Cada forma artística pertenece -por tanto- a un mundo, a un momento tensional del espíritu. Puede entonces darse una coexistencia de varias formas artísticas que expresen adecuadamente un mundo - pero resulta inadecuado pensar que toda forma artística posea la potencia de expresar en toda su complejidad a un momento cualquiera del espíritu. Sólo aquella -o aquellas- que por contraste desocultan las articulaciones de la forma dominante de su darse en un tiempo poseen la capacidad de no sólo expresar el “abigarramiento” de la totalidad de las relaciones de cada parte al todo (el “código” de la época, el ordenamiento de su universo simbólico), sino también la de entregarse al silencio que su insuficiencia abre. Instalada en él, la forma artística -que es genuinamente de su tiempo- permite atisbar en un tiempo inmediato y no determinado, de cuya anticipación ella se hace no sólo profecía - sino también poesía, auténtico principio de *producción*, anticipación. Es esto lo que un pensamiento -no técnico- de lo técnico, como *poiesis*, como principio genuinamente productivo, significa⁶¹.

Hay que agregar que, todos estos géneros característicos del arte de los nuevos medios poseerán un denominador común, que es la interactividad⁶². Podemos decir, que esta situación comportará una renovación del propio concepto de arte actual, asentando el camino para una “estética digital”⁶³ que hará eco en las reflexiones de teóricos contemporáneos como la experta Claudia Giannetti. Para esta autora, a partir de 1995 se comenzará a mostrar un gran interés por el arte de los nuevos medios y la red se mostrará cada vez con más claridad cómo una herramienta artística accesible para explorar la relación cambiante entre tecnología y cultura⁶⁴. De hecho, en su opinión esta situación

61 Brea, José Luis, *Nuevos soportes tecnológicos, nuevas formas artísticas. Cuando las cosas devienen formas*. Aleph: aleph-arts.org (2005)

62 Así bien, cabe alertar, que si bien la interactividad no es excluyente de los soportes digitales, es específica a ellos. No obstante, según nuestro criterio definir la interactividad no es simple, y tampoco es nuestra intención en estos estudios.

63 Giannetti, Claudia, *Estética digital: sintopía del arte, la ciencia y la tecnología*. Publicado por la revista Artmetamedia. ACC L'Angelot Barcelona. (2002)

64 Giannetti, Claudia, *Salto a lo inmaterial. La cultura digital en Barcelona (a vuelo de pájaro)*. Publicado por la Revista Artmetamedia (2006) p.1.

brindará a los artistas nuevas oportunidades a la hora de experimentar y de ampliar sus capacidades estéticas y discursivas. Al respecto, el teórico Pau Alsina explica:

El Arte interactivo consiste pues en una forma de creación artística contemporánea que utiliza las tecnologías electrónicas y o digitales interactivas. Se centra en las interfaces como campo de trabajo donde establecer relaciones dialógicas entre el público y la obra o sistema⁶⁵.

Además, nos toparemos con que algunos artistas abandonarán los medios tradicionales de representación y harán uso de la tecnología para hablarnos de una nueva construcción del cuerpo, de la identidad y del sujeto. Asimismo, se producirá un desarrollo de ciertos productos y fenómenos digitales ligados a la cultura del entretenimiento tales como los videojuegos o las comunidades en la red. En opinión de Andrew Darley:

(...) En efecto, solo el juego de ordenador o videojuego emerge *directamente* de o con la nueva tecnología. No obstante, sería un gran error atribuir la naturaleza propia del genero únicamente a las técnicas digitales, ya que también le debe mucho a formas culturales anteriores y adyacentes (los juegos tradicionales, las películas de animación, el cine, ciertas modalidades de narrativa literaria, etc.)⁶⁶.

En este contexto, el teórico Lev Manovich, en su libro *The Language of New Media*⁶⁷ recogerá diferentes teorías como el estructuralismo y el post-estructuralismo aplicado a la cibernética o las ciencias sociales, planteándonos una revisión de la evolución de los nuevos medios a partir de su relación con viejas formas de expresión. En base a este emergente marco teórico, en su trabajo *“Soft Cinema: Navigating the Database”* nos explica cómo la digitalización de la cultura no sólo habría derivado en la aparición o creación de nuevas formas culturales, sino que también habría redefinido las que ya existían, como la fotografía y el cine. Para Manovich:

65 Alsina, Pau *Sobre Interactividad en el Arte digital*. Universitat Oberta de Catalunya.UOC. (2004) p.383.

66 Darley, Andrew, *Cultura Visual digital. Espectáculo y nuevos géneros en los medios de comunicación*, Paidós Comunicación 139 Cine (2000), p.231.

67 Manovich, Lev, *The Language of New Media*. Editorial MIT. Massachusetts (2001), p.27.

La evolución de los nuevos medios habría afectado a todos los aspectos de la comunicación, incluyendo la adquisición, manipulación, almacenamiento, y distribución. Pero también, como situación afecta a todo tipo de medios como textos, imágenes, sonido, etc⁶⁸.

En poco tiempo, como explica el historiador Edward Shaken, el arte de los nuevos medios se convertirá en una fuerza importante de desarrollo cultural y económico, comenzando a contar con el apoyo institucional y a crear sus propias instituciones como el ZKM, *Ars Electrónica Center* o *Eyebeam* en Nueva York⁶⁹. Nos toparemos frente a un nuevo perfil de artista que requiere del dominio de ciertos dispositivos tecnológicos o, en su defecto, del trabajo en equipos interdisciplinarios con profesionales provenientes de esas áreas.

Esta situación dificultará las posibles definiciones de las obras de arte que se relacionan con la tecnología. Principalmente por la cantidad de definiciones y subcategorías que corresponden a las variables tecnológicas. Como apunta el teórico Andrew Donovan, “arte interactivo”, “arte multimedia” o “arte electrónico” en términos generales, son solo algunos de los calificativos que han resultado de la gran cantidad de definiciones y subcategorías artísticas que se han propuesto⁷⁰. Por su parte, los teóricos Mark Tribe y Reena Janae argumentan:

El arte de los nuevos medios se localiza entre dos categorías más generales: por un lado, entre el arte y la tecnología y por el otro lado en el arte mediático. La categoría de arte y tecnología se refiere a prácticas como el arte electrónico, el arte robótico y el bio-arte, que necesita tecnologías que son nuevas, pero no necesariamente relacionadas con los medios de comunicación. El arte mediático incluye el videoarte y el film experimental, formas de arte que incorporan medios tecnológicos, pero que ya a partir de los años 90 dejaron de considerarse como nuevos. Al arte de los nuevos medios se encuentra justo en esta intersección de los dos dominios⁷¹.

68 *Ibidem*, p.52.

69 Shaken, Edward. *Nuevos medios, arte-ciencia y arte contemporáneo: ¿hacia un discurso híbrido?* Revista de Arte, Ciencia y Tecnología. Artnodes N° 11 (2011), p.5-61.

70 Donova, Andrew y otros. *New Media Arts Scoping Study*, Report to the Australia Council for the Arts. Gobierno de Australia (2006)

71 Tribe, Mark y Jana, Reena, *New Media Art*. Taschen, Köln (2006), p.7.

Finalmente indicar, que debido a la enorme variedad de trabajo artístico realizado en este campo resulta difícil exponer la totalidad de los artistas. No obstante, para el objeto de este estudio, no se busca tanto crear una categorización o definición del arte de los nuevos medios basada en las tecnologías utilizadas y sus artistas, sino más bien, mostrar algunos de los campos de acción más destacados para ofrecer una panorámica del arte de los nuevos medios. Especialmente, para ir perfilando, en próximos capítulos, conexiones con las prácticas artísticas vinculadas al campo de los e-textiles, así como, sus posibles retos y consecuencias dentro del contexto educativo en el marco de la cultura digital.

1.2.1. Arte, ciencia y nuevas tecnología. Vínculos en desarrollos

Desde la perspectiva que se toma en esta investigación, hace ya tiempo que asistimos a un cruce de caminos entre el arte y la ciencia, motivado por las nuevas tecnologías. A pesar de la habitual creencia de que estas áreas del conocimiento constituyen dos aspectos de la cultura humana con marcadas diferencias, esta relación cada vez es más estrecha⁷². No obstante, esta unión no es novedad. Así pues, antes de introducirnos en la temática, explicaremos brevemente algunos de los motivos por los que esta relación entre arte, ciencia y tecnología habría ido fluctuando a lo largo de la historia del arte.

Desde un punto de vista histórico, en las sociedades de la Antigüedad Clásica, no había ninguna separación entre artistas y científicos, y existía un solo vocablo para expresar los conceptos de tecnología, ciencia o arte. Durante esta época, los diversos dominios de la creatividad humana, mantuvieron este vínculo estrecho por siglos, siendo el Renacimiento uno de sus momentos más fructíferos. En estos años, destacamos el trabajo del genio Leonardo da Vinci, un ejemplo paradigmático del cruce entre lo artístico, lo científico y lo tecnológico; particularmente, la incidencia que sus investigaciones en el campo de la óptica tuvieron para el desarrollo de la perspectiva, y los cambios que ella supuso en el sistema de representación de la pintura⁷³. En cualquier caso, la separación entre artistas y científicos tuvo su inicio con Newton y su modelo mecanicista del universo. De hecho, se consolidó con las consecuencias de su método durante la Revolución Industrial⁷⁴. A partir de entonces, la tecnología y la ciencia se ponen al servicio del desarrollo comercial e industrial, alejándose del ámbito de lo estético.

En opinión de John Brockman, sólo con el tiempo esta antigua división tenderá a verse superada por lo que se ha definido como “tercera cultura”⁷⁵, o más recientemente el humanismo. Para Xavier Berenguer:

72 El filósofo John Dewey (1925), establece que las artes, la ciencia, la educación y la política se diferencian por los materiales que emplean. Los materiales son medios, intermediarios, y estarían impregnados por los fines buscados.

73 Finocchi, Nadia y Gutiérrez Toranzo, Sheila, *Leonardo da Vinci (Biografías históricas)*(2015).

74 Larroque, Enrique, *El hombre y la revolución científica*. Espasa-Calpe, (1964) .

75 Brockman, John, *La tercera cultura*, Barcelona, Tusquets Editores. (1996)

En el siglo XIX, las máquinas sustituyeron al hombre, ahorrándole esfuerzo pero, a la vez, restándole identidad. La ciencia, cada vez más poderosa, empezó entonces a enseñar los dientes de la destrucción y de la anti-humanidad. Los artistas, como reacción, se refugiaron en sí mismos. La incompatibilidad entre hombre y máquina... y el concepto que “el científico y la subjetividad son absolutamente incompatibles”, presidiría las relaciones entre las comunidades científica y artística durante el siglo XIX y buena parte del XX⁷⁶..

En la segunda mitad del siglo XX, tras muchos años de debates sobre esta separación, nos encontraremos en un momento histórico en el que la capacidad de colaboración con otras disciplinas nos ofrecerá nuevos caminos de conocimiento. Básicamente, en esta época la industria de la electrónica se formalizará como un marco de referencia. Bajo este marco, una nueva generación de personas provenientes de diferentes disciplinas comenzarán a explorar nuevas formas para satisfacer principalmente las demandas sociales. De hecho, tal y como Lev Manovich nos había avanzado, cada vez será más frecuente la colaboración entre informáticos y artistas, mejorándose el desarrollo de vías de relación e intercambio con otros campos de conocimiento, y demostrándose cómo estas conexiones pueden llegar a ser un terreno fértil a favor del trabajo de los artistas⁷⁷.

Podemos decir, que esta situación supondrá un nuevo acercamiento entre el arte, la ciencia y la tecnología⁷⁸. Especialmente, porque mucho de este arte estará fuertemente influenciado por la aplicación de los medios tecnológicos y los progresos de la ciencia. En poco tiempo, nos toparemos frente a un nuevo perfil de artista, que requiere del dominio de ciertos dispositivos tecnológicos o, en su defecto, del trabajo en equipos interdisciplinarios con profesionales provenientes de esas áreas. Esta búsqueda coincidente de científicos y artistas para dar solución tecnológica a idénticos problemas, el teórico Thomas Hughes lo ha denominado “impulso o momento tecnológico”⁷⁹.

76 Berenguer, Xavier, *Arte y tecnología: una frontera que se desmorona*. Revista de Arte, Ciencia y Tecnología. Artnodes, (2002).

77 Manovich, Lev, *The Language of New Media*. Editorial MIT. Massachusetts, (2001).

78 La exposición *Máquinas & Almas. Arte digital y nuevos medios* explora la convergencia entre ciencia, arte, tecnología y sociedad en el inicio del siglo XXI; para reflejar las transformaciones que subyacen bajo las prácticas de los artistas que forman parte de esta muestra.

79 Hughes, Thomas, *Technological momentum*, Merritt R. Smith and Leo Marx (eds). *Does Technology Drive History? The dilemma of Technological Determinism*. Cambridge, MA: MIT Press. (1994), pp. 101-13



Natural History of the Enigma. Eduardo Kac (2003-2008).

Al respecto, el físico Roger Malina defenderán lo importante que es entablar metodologías de trabajo para colaborar entre arte, ciencia y tecnología, considerándolas no como disciplinas independientes, sino como disciplinas conectadas y que comparten los mismos medios⁸⁰. Como apuntan Gibbons y otros autores:

El nuevo modo de producción de conocimiento afecta no solo a qué conocimiento se produce, sino también a cómo se produce, el contexto en el que se persigue, la forma en que se organiza, el sistema de recompensas que utiliza y los mecanismos que controlan la calidad de aquello que se produce⁸¹.

Desde esta nueva perspectiva, teóricos como Xavier Berenguer, explicarán cómo esta relación habría favorecido un desdibujamiento progresivo de la supuesta fractura epistemológica que tradicionalmente disociaba la cultura científica de la humanística⁸².

⁸⁰ Malina, Roger. Entrevista por Pau Alsina, profesor de los Estudios de Humanidades de la UOC, en Arco 2003.

⁸¹ Gibbons, Michael y otros. *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en sociedades contemporáneas*. Barcelona: Pomares-Corredor, (1997), p.7.

⁸² Berenguer, Xavier, *Arte y tecnología: una frontera que se desmorona*. Revista de Arte, Ciencia y Tecnología. Artnodes, (2002).

Por su parte, Edward Shanker explican como este arte no sólo ofrece nuevas posibilidades artísticas expandidas sino también valiosas ideas sobre las aplicaciones estéticas e implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología⁸³.

En cualquier caso, cada vez será frecuente que este arte tenga sus orígenes o se haya desarrollado en laboratorios o centros de investigación tanto científicos, como tecnológicos y artísticos. Surgirán términos como el bioarte⁸⁴. Este neologismo que entendemos como la convergencia de las relaciones entre el arte, la biología y la tecnología, representará un caso de estudio emblemático para debatir el sentido de la interdisciplinariedad en el ámbito artístico. Particularmente, en este terreno destacaremos el trabajo de creadores como Stelarc, Eduardo Kac o Roy Ascott, que son pioneros experimentando con dispositivos teleinformáticos en performances e instalaciones artísticas. Para el artista Eduardo Kac:

Si los artistas que trabajan o se interesan por la robótica no pueden ignorar la mitología, literatura o las definiciones industriales de los robots también es verdad que esas definiciones no se aplican directamente a cualquier pieza de arte robótico. Mientras los artistas sigan empujando los límites del arte introducen la robótica como nuevo medio al mismo tiempo que desafían nuestra concepción de los robots –cuestionando así nuestras ideas sobre diseñar, construir y emplear esas criaturas electrónicas⁸⁵.

En este contexto, es importante señalar cómo en la década de los 80, también se comenzará a retomar la problemática de la relación entre mente y cuerpo. Tal y como explicaremos más adelante el advenimiento de la ciencia ficción, y más aún del movimiento literario ciberpunk⁸⁶, delatarán las inquietudes que suscitaban en el ser humano las consecuencias

83 Shanker, Edward. *Nuevos medios, arte-ciencia y arte contemporáneo: ¿hacia un discurso híbrido?* Revista de Arte, Ciencia y Tecnología. Artnodes N° 11, (2011), p.5-61.

84 El término “bioarte” es un neologismo aparecido a principios del siglo XXI para designar genéricamente un conjunto de prácticas artísticas que relacionan arte, biología y, muy frecuentemente, tecnología.

85 Stocker, Gerfried y Schopf, Christine, *TAKEOVER - Who's doing the art of tomorrow? / Wer macht die Kunst von morgen?*, Springer Verlag, (2001).pp. 125-131.

86 El término *cyberpunk* apareció acuñado por primera vez como título de una pequeña historia escrita por Bruce Bethke en la revista *Amazing* y se relacionó regularmente con procesos informatizados de robótica. Este movimiento surgirá a finales de los 70 en los EEUU y la literatura y el cine tienen muchas similitudes con el posmodernismo. El cyberpunk como género literario surge como alternativa a la literaria futurista del momento, y será en el año 1984 la primera novela *Neuromancer* de William Gibson la que se convierta en principal representante de esta corriente.

de la revolución tecnológica. Durante este periodo, esta corriente literaria marcará un antes y después de muchas de las prácticas artísticas digitales. En opinión de Pilar Colás, el planteamiento feminista irá más allá de la mera crítica a la forma tradicional y patriarcal de hacer ciencia y propone nuevas orientaciones para la creación científica⁸⁷. Igualmente, será una gran fuente de inspiración para muchos de los investigadores, empresas y científicos. Además, para el investigador Pau Alsina, muchas prácticas artísticas que se realizan en este momento, se habrían gestado y desarrollado en diferentes contextos, siendo objeto de atención en diferentes momentos por distintos sectores y objetivos, entre ellos el desarrollo científico o tecnológico⁸⁸.



Derivas Bio_Tecnologicas. Sterlac (1946).

Por ende, destacamos cómo el paradigma feminista habría realizado importantes contribuciones al estudio e investigación de la ciencia y la tecnología. Especialmente, citamos el trabajo de la pensadora del biopoder contemporáneo Donna Haraway. Esta

⁸⁷ Colás-Bravo, Pilar, *La investigación sobre género en educación*. El estado de la cuestión. T. Pozo y otros. Investigación Educativa: Diversidad y Escuela. Granada: Grupo Editorial Universitario. (2001). pp.15-33.

⁸⁸ Alsina, Pau, *Arte, ciencia y tecnología*. Barcelona, Editorial UOC (2008), p.46.

visionaria, tras escribir su “manifiesto cyborg”⁸⁹, se convertirá a nivel mundial en una de las teóricas más influyentes en el ámbito académico y una de las pioneras en pensar las cuestiones de la identidad humana modificada irreversiblemente por las nuevas tecnologías. Las teorías de Haraway afectarán a una gran cantidad de temas, situándose en el mismo centro de los debates feministas contemporáneos, y favoreciendo el crecimiento de ciberfemisimos. Según Valeria Cotaimich:

Los sujetos han incorporado a su vida cotidiana una diversidad de aparatos protésicos que se han vuelto imprescindibles: teléfonos móviles, ordenadores portátiles, miniordenadores, palm pilot, mp3, iPod, iPhone, reproductores de CD y DVD, cámaras de fotografía y filmación digitales, etc. dispositivos por doquier que crean realidades intangibles. Emails, blogs, Facebook, Myspace, YouTube, Skype, Google, compras y pagos de cuentas online, mensajes de texto general otras formas de comunicación y otra clase de vínculos⁹⁰.

En todo caso, este imaginario que surge de las conexiones entre el arte, la ciencia y las nuevas tecnologías, inspirará enormemente a toda una generación de artistas. Igualmente, derivará en una estética y pensamiento común que inspirará, a partir de los años 80 y los años 90, el trabajo de pioneros en el campo de la tecnología vestible y el diseño de interacción, afectando, en consecuencia al campo de los e-textiles, cuya historia es el objeto de este estudio. Por ello, analizaremos sus efectos con más detenimiento en el segundo capítulo.

89 En 1985, Donna Haraway, publicó su artículo *Un manifiesto Cyborg: Ciencia, Tecnología, y Socialismo-Feminista en los finales del Siglo Veinte*, un escrito que destaca por su visión feminista, neomarxista y postmodernista, describiendo el cyborg como un organismo sin género, lleno de valores sociales y fantásticos.

90 Cotaimich, Valeria, *Hacia un teatro de cyborgs. Artes escénicas, tecnología/s y subjetividad*. ICONO 14 N° 10 (2008) pp. 1-18.

1.3. De la ética del hacker a la cultura libre

Las tendencias contraculturas, como las sociedades, están siempre en constante movimiento. De hecho, a cada periodo histórico le corresponden distintas prácticas y ensayos de lucha. No obstante, a lo largo de la historia, estas manifestaciones contraculturales suelen pasarse por alto, debido al grado de subjetividad que una aproximación a estos movimientos supone. En nuestro estudio, consideramos oportuno acercarnos a estas tendencias. Especialmente porque, bajo nuestro entendimiento, nos obligarán a reformular constantemente el sentido del uso de las tecnologías, tanto en nuestra vida cotidiana como en el arte o en la educación.

Ahora bien, antes de introducirnos en la temática, nos gustaría señalar cómo el concepto contracultura surge en los años 60, fundamentalmente en la Costa Este de los Estados Unidos, como herencia del movimiento *hippie*. En esa época, estos movimientos actuaron como núcleos ideológicos a los cuales algunos artistas, activistas, escritores o científicos tenían acceso por diferentes intereses, marcando profundamente esta presencia muchos conceptos germinales de la cultura occidental⁹¹. En este sentido, el movimiento *hippie* marcará profundamente la forma actual en la que percibimos nuestro entorno, teniendo un gran impacto en la manera en la que vivimos actualmente. Desde entonces, este neologismo se usará indiferentemente para definir expresiones culturales alternativas a un sistema y para referirse a movimientos organizados cuya acción influye a las masas y persiste durante un tiempo considerable.

En relación a nuestro estudio, a partir de los años 70 y años 80, en opinión de Jorge Portilla nos toparemos con ciertas prácticas y movimientos contraculturales que, desde una perspectiva anticapitalista, estarán ligados a una voluntad de apropiarse de los dispositivos tecnológicos⁹². Al respecto, Fred Turner explica que al igual que el movimiento *hippie* se entiende como el concepto clave para entender a una generación con un descontento

91 De los Ríos, Patricia, *Los movimientos sociales de los años sesentas en Estados Unidos: un legado contradictorio*. en Revista Sociológica, N° 38, (1998).

92 Portilla, Jorge, *Cultura y Contracultura Digital*. En Filosofía Clínica UCV. (2011), p.285.

hacia la figura parental y de la sociedad, la evolución de una contracultura tecnológica será también clave para entender los descontentos de una cultura capitalista y digital⁹³. En todo caso, en opinión Steve Levy, nos tendríamos que remontar hasta los años 50 para encontrar las raíces de esta situación propia de la cultura digital. Para este teórico, durante este periodo, algunos de las personas que trabajaban en el Laboratorio de Inteligencia Artificial, ya contemplaban una dimensión de la tecnología en la que se facilitara el acceso de todos y se compartiera el conocimiento. Estos estudiantes del MIT, formaban parte del *Tech Model Railroad Club* que se dividía en varios grupos donde se unían el arte y la ciencia a partir del modelaje de trenes, y todos se autoproclamaban “hackers”⁹⁴.



Tech Model Railroad Club. The Massachusetts Institute of Technology, MIT (1946).

Ya a finales de los años 80, se producirá un hecho que marcará profundamente estos primeros movimientos contraculturales. En el año 1983, según el teórico Carlos Gradín también en el MIT, el hacker y activista Richard Stallman, comienza a desarrollar un sistema operativo de código abierto e iniciar la Licencia Pública General de GNU⁹⁵. En este

93 Turner, Fred, *From Counterculture to Cyberculture: Stewart Brand, the Whole Earth Network, and the Rise of Digital Utopianism*. University of Chicago Press, Chicago, (2008).

94 Levy, Steven *Hackers: heroes of the computer revolution*. New York: Delta, (1994).

95 GNU es un sistema operativo similar a Unix que fue iniciado por Richard Stallman en 1983 con el objetivo de crear un sistema operativo completamente libre. En septiembre de 1999 el sistema operativo GNU/Linux recibió el premio del jurado en el festival de arte y tecnología Ars Electrónica.

Gradín, Carlos, *Internet, hackers y software libre*. Buenos Aires, Editora Fantasma (2004)

momento, Stallman entendía que, si un programa no es libre controlaba a sus usuarios, y el programador controla el programa, con lo cual, el programa resulta ser un instrumento de poder injusto. Tal y como apunta este hacker:

A nuestro software no lo llamábamos “software libre”, porque ese término aún no existía, pero es exactamente lo que era. Cuando gente de otra universidad o una empresa querían un programa para hacerlo compatible y utilizarlo, se lo prestábamos con mucho gusto. Si veías a alguien usar un programa desconocido que te interesaba, siempre podías pedir que te dejaran ver el código fuente para así poder leerlo, cambiarlo o desmontarlo para crear un nuevo programa⁹⁶.

En opinión del filósofo Jorge Portilla, a partir de este momento personas de todo el mundo harán suya la idea, y surgirá así un movimiento contracultural ligado a una nueva manera de entender la tecnología⁹⁷. De hecho, Stallman se convertirá en el pionero en dar apoyo al software libre⁹⁸ como arma política. Especialmente, el proyecto GNU representará un elemento que marcará estas primeras prácticas contraculturales a favor de la liberación de la información y del conocimiento. Como indica Eric Raymond, este proyecto se completará en el año 1991 con la liberación del núcleo de Linux, y explica:

La comunidad Linux se asemejaba más a un bullicioso bazar de Babel, colmado de individuos con propósitos y enfoques dispares (fielmente representados por los repositorios de archivos de Linux, que pueden aceptar aportaciones de quien sea), de donde surgiría un sistema estable y coherente únicamente a partir de una serie de artilugios⁹⁹.

96 Stallman, Richard, *Free software is a political action. Entrevista de J.J. King en una conversación con Telepolis*, Agosto, 1999.

97 Portilla, Jorge, *Cultura y Contracultura Digital*. En Filosofía Clínica UCV, (2011) p.285.

98 Libre no es gratuito, libre, se refiere a la libertad de poder utilizar el dispositivo y su documentación, no a que sea necesariamente gratuito. La información sobre la manera de comunicarse con el hardware, el diseño del mismo y las herramientas utilizadas para crear ese diseño deben ser publicadas para ser usadas libremente, facilitando el control, implementación y mejoras en el diseño por la comunidad de desarrolladores. Debido a la gran cantidad de patentes que existen en la creación de componentes informáticos, se hace complicado el conseguir una solución óptima que no haya sido patentada. Los componentes informáticos son lanzados al mercado con una limitada documentación, hasta hacer imposible una reparación

99 Raymond, Eric, *La catedral y el bazar*, (1998).

Ya en el año 1993, comenzará a desarrollarse el proyecto Debian, un sistema operativo y una distribución de software libre conocido también como “El sistema operativo universal”. Como indica en su sitio web:

Los desarrolladores Debian están involucrados en una gran variedad de tareas, incluyendo la administración del Web y FTP, diseño gráfico, análisis legal de licencias de software, escribir documentación y, por supuesto, mantener paquetes de software¹⁰⁰.

Podemos decir que de manera gradual se irá conformando una sólida comunidad de hackers que, inspirada por Stallman, defenderá la apertura de los sistemas para su libre modificación, ya sea físico o virtual. Especialmente en sus prácticas, se referirán a la acción de buscar y explorar los límites de un código, constituyendo una novedosa forma de producción y una nueva ecología social¹⁰¹. Estos hackers, reclamarán recuperar valores como el conocimiento, el contraponer tecnológico y la filosofía DIY. Según McKenzie Wark:

Lo virtual es el verdadero dominio del hacker. A partir de lo virtual el hacker produce expresiones siempre nuevas de lo real (...) Hackear es liberar la virtualidad en lo real, expresar la diferencia de lo verdadero [...] Al abstraer de la naturaleza, el hackeo produce la posibilidad de otra naturaleza, de una segunda naturaleza, una tercera naturaleza, naturalezas hasta el infinito, doblándolas y redoblándolas¹⁰².

Para Carlos Molina Velázquez, estos hackers se sentirán especialmente identificados con la literatura del ciberpunk y la figura del ciborg¹⁰³. Además, con el objetivo de propiciar un cambio social se reunirán en espacios asamblearios, autónomos y autogestionados

100 Debian es un sistema operativo (S.O.) libre, para su computadora. El sistema operativo es el conjunto de programas básicos y utilidades que hacen que funcione su computadora.

101 No obstante, antes de continuar, habría que aclarar que estas prácticas no consistirán en violar la seguridad de un sistema informático. Es importante no confundir a los *crackers* o piratas informáticos con los *hackers*, ya que estos se presentan como usuarios destructivos, y nos son relevantes para nuestros estudios.

102 Wark, McKenzie, *Un Manifiesto Hacker*. Editorial Alpha Decay, (2006) pp. 44- 45.

103 El término “Ciborg» proviene de las palabras *cyber* (cibernético) y *organism* (organismo). Se usa para describir un híbrido de máquina y organismo, una criatura de la realidad social y también una criatura de ficción. El término fue inventado por los científicos Manfred Clynes y Nathan S. Kline en 1960, en un artículo sobre hombres y máquinas que podrían sobrevivir en el espacio exterior.

como los *hackmeetings*, *hacklabs* o *hackerspaces*¹⁰⁴. Como explicaremos más adelante, estos laboratorios tendrán un rol central para extender el conflicto político al dominio tecnológico y llevar los movimientos sociales al uso de las tecnologías libres. Así, por ejemplo, los *hacklabs* se conocerán como espacios de acción en el trabajo en los que personas con intereses comunes en la tecnología se encuentran con el fin de colaborar en sus proyectos¹⁰⁵.



C-base Hackerspace. Berlin (1995).

Dentro de este marco de pensamiento, se comenzará a hablar de una ética común. Para que esto suceda, destacamos la popularización del libro “La ética del hacker y el espíritu de la era de la información”¹⁰⁶ escrito por el finlandés Pekka Himanen. En este libro, este autor describe al detalle cómo para los hackers la pasión y el entusiasmo son las bases para la realización de toda actividad. Para ello, argumenta que este comportamiento se trata de una filosofía que está íntimamente ligada a la lógica misma de la computación.

104 Velazquez, Carlos Molina *¿Es la cibercultura una contracultura?* En la Revista Cultura. Revista de la Secretaría de Cultura de la Presidencia. N° 102, (2010), pp.127-142.

105 Taylor, Paul, *From hackers to hacktivists: speed bumps on the global superhighway?* (2005)

106 Himanen, Pekka, *La ética del hacker y el espíritu de la era de la información*. Barcelona, Ediciones Destino (2004), p.505-518.

Igualmente, indica cómo esta actitud hace frente a la moral ética protestante en la que Max Weber vio los orígenes del capitalismo¹⁰⁷.

Hay que agregar que, muchas de las intenciones nacidas del mundo del software libre y de la tradición de las comunidades científicas que acabamos de describir, se expandirán con el tiempo hacia otras esferas. Particularmente, hacia esferas mucho más políticas, surgiendo un movimiento diferente al software libre, que hoy conocemos como el “código abierto”¹⁰⁸. En relación a esta situación, tras el cambio de milenio se sentarán las bases de lo que Lawrence Lessig ha denominado como “la cultura libre”¹⁰⁹. Un nuevo paradigma que en poco tiempo supondrá la apertura de la distribución digital de bienes culturales. A partir de aquí, asistiremos a la redefinición de un nuevo espacio. Podemos señalar que comenzarán a surgir nuevos conceptos como la filosofía copyleft, creative commons¹¹⁰, la distribución digital P2P o el procomún¹¹¹. También, aparecerán proyectos propios de la cultura libre como *FLOSS Manuals*¹¹².

Por otra parte, nos encontraremos con un grupo de personas que también comenzarán a defender el hardware del ordenador como herramienta libre y abierta¹¹³. Así, ya sentadas las bases de lo que actualmente conocemos como la cultura libre, surgirá el hardware libre inspirado por el éxito del software libre bajo esta definición:

107 Weber, Max, *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*. Mexico. Editorial Península (1905)

108 En el texto *Por qué el código abierto pierde el punto de vista del software libre*, se explican estas diferencias.

<https://www.gnu.org/philosophy/open-source-misses-the-point.es.html> Septiembre 2016

109 La cultura libre es la visión de la cultura que promueve un heterogéneo movimiento social basándose en el principio de libertad para distribuir o modificar trabajos y obras creativas, usando internet así como otros medios. Al respecto, conviene aclarar, que si bien la cultura libre no es la cultura digital, sí que forma parte de ella en la medida que las licencias del código abierto marcarán los nuevos conceptos de cultura libre.

Lessig, Lawrence, *Free culture: how big media uses technology and the law to lock down culture and control creativity*. New York: Penguin Press, (2004)

110 Creative Commons, así como las licencias semilibres y libres utilizadas actualmente tienen como base la idea de *Copyleft*, desarrollada por Richard Stallman. El término copyleft denota el movimiento de protección legal, utilizando la legislación de derechos de autor, sobre la libertad de uso, modificación y distribución de obras y productos. Las licencias Creative Commons surgieron como una manera distinta de gestionar los derechos de autoría en la era digital, enmarcadas en la revolución de la cultura libre. Con el tiempo han generado dudas sobre su uso, aportación y consecuencias.

111 El procomún simbolizará un nuevo concepto que abre nuestra inteligencia a distintas formas de gestión de los recursos compartidos.

112 El término cultura libre se popularizó en 2004 tras la publicación del libro de Lawrence Lessig “Free Culture”. realizándose proyectos como *Free Libre Open Source Software (FLOSS) Manuals* o Proyecto LuCAS. El proyecto *FLOSS Manuals* es una organización sin ánimo de lucro fundada en 2006 que está orientada a la creación de documentación de calidad en distintos idiomas.

113 Los orígenes de esta actitud la encontramos en los 70, cuando Homebrew Computer Club, pionero grupo de aficionados y *hobbistas* a la electrónica en Silicon Valley comenzaban en sus garajes a crear sus propios equipos y a compartir sus esquemas y diseños sobre la construcción de sus dispositivos.

El Hardware de Fuentes Abiertas (OSHW en inglés) es aquel hardware cuyo diseño se hace disponible públicamente para que cualquier persona lo pueda estudiar, modificar, distribuir, materializar y vender, tanto el original como otros objetos basados en ese diseño ¹¹⁴.

Como explicaremos a continuación, la aparición del hardware libre¹¹⁵ traerá consigo nuevos paradigmas. Al igual que ocurrió con el software libre, este movimiento será muy beneficioso para el desarrollo del arte de los nuevos medios. De hecho, sin menospreciar la importancia que ha tenido el software libre, la apropiación de los dispositivos electrónicos bajo la figura del hardware libre provocará en los siguientes años un gran impacto. Esta situación la explicaremos con más detenimiento en el segundo capítulo, puesto que también afectará al campo de los e-textiles, cuya historia es objeto de estudio en esta Tesis.

114 Definición Hardware libre: <http://www.oshwa.org/definition/spanish> Septiembre 2016

115 Aunque la naturaleza del hardware es distinta a la del software, se trasladarán todos los principios expresados en las licencias de software libre a los dispositivos físicos. En este estudio utilizaremos el término código abierto para referirnos conjuntamente al software libre y el hardware libre, tecnologías complementarias y unidas por ese carácter abierto.

1.3.1. El artista digital y su compromiso democratizador de la tecnología

Tal y como hemos expuesto anteriormente, a partir de los años 80 nos toparemos con artistas que comenzarán a defender la filosofía del hacker. Ciertamente, nos encontraremos con una generación de artistas que defenderán la creación de arte y la creación de software mediante la naturaleza necesariamente colectiva de la producción intelectual y creativa. En opinión del artista y hacker Evan Roth, muchos de los defensores del software libre habrían encontrado en esta filosofía de producción una alternativa emocionante tanto a la noción tradicional del artista, como un genio solitario, como al objeto del arte, como pulido y sin errores¹¹⁶. Tal y como apunta el doctor y experto en videojuegos Flavio Escribano, nos toparemos ante un “nuevo tipo de perfil artístico”:

(...) quiero resaltar el surgimiento de una nueva forma de hacer las cosas, de un nuevo tipo de perfil artístico (el híbrido, el humano que juega, diseña y crea) que aúna el uso de los lenguajes matemáticos y de los recursos creativos del lenguaje artístico debido a la influencia de este medio [videojuego] y la producción en su obra de este nuevo medio [videojuego] en un círculo que se retroalimenta imparable e incansablemente¹¹⁷.

Conviene, además, destacar que este paralelismo entre la actitud hacker y la actitud artística ya lo habría puesto de manifiesto Stallman:

Ser hacker implica de manera directa contribuir a la expresión en un medio artístico-tecnológico al querer transmitir “data” e información a su manera y al transformar algoritmos y software para que funcionen de acuerdo a un particular y sensible egoísmo estético. Por lo tanto el ser hacker no es un delito sino es querer mejorar sobre lo que ya está hecho y además es inspiración sobre lo realizado¹¹⁸.

116 Roth, Evan, *Artista Hacker: Del Software Libre al Arte*. New York Magazine of Contemporary Art and Theory. New York, (2014).

117 Escribano, Flavio, *El videojuego como herramienta para la pedagogía artística. Creatividad e innovación*. Tesis Doctoral UCM. España, 2014.

118 Stallman, Richard, *Free software definition*. En Stallman, Richard M. *Free software, free society: selected essays of Richard M. Stallman*. Boston, Massachusetts: GNU Press (2002), pp. 43-45.



Selfie. Evan Roth (2007).

Según Pau Alsina, muchos de estos artistas entenderán el software no sólo cómo un instrumento funcional, sino también como una creación artística en sí misma. El material estético resultante es el código generado, y la forma expresiva es la programación de software¹¹⁹. De hecho, algunos utilizarán el sistema operativo de Linux y comenzarán a defender el derecho a compartir la información para permitir el acceso a los recursos creativos de la obra de arte. Para ello, incluirán licencias abiertas creative commons, facilitando la selección e identificación de los derechos y usos posibles de la obra así protegida. También crearán sus propias licencias, similares pero específicas para las obras de arte surgiendo licencias como la del Art Libre¹²⁰.

A partir de la década de los 90 surgirá el hacktivismo. Para la experta Laura Baigorri el hacktivismo será una mezcla de *hacking* y actividad política, cuyos intereses solamente responden a intereses de carácter social y político¹²¹. Por otra parte, también se producirán

119 Alsina, Pau, *Software art and political implications in algorithms*. ReadMe 04 Catalogue, (2004), p.2.

120 La licencia Art Libre es una modificación del texto de la licencia GPL del software libre, a fin de resultar adecuada a obras de arte en lugar de software.

121 Baigorri, Laura. *El activismo simulatorio a las tácticas de suplantación en la Red*. No más arte, sólo vida 2.0. Revista TELOS n.56.

otras prácticas artísticas en la red como el art.hacktivism que ha sido una de las actividades más extendidas en el entorno del net.art teniendo su máximo representante en el grupo 0100101110101101.ORG. En opinión de Baigorri:

Estas nuevas prácticas han generado la aparición de un vocabulario formal asociado a la Red que permite nombrar algunas situaciones hasta ahora inéditas. Así, si el término *artivismo* procedía de las palabras arte y activismo, *hacktivism* es un neologismo derivado de *hacking* y activismo (...) A priori, los *hacktivistas* se diferenciarían de los “*hackers* tradicionales” porque no buscan el provecho personal: su motivación sólo obedece a intereses de carácter social y político; en cualquier caso, *hackers* y *hacktivistas* comparten su fascinación por una utilización tecnológica de la Red basada en la independencia, el intercambio y la gratuidad de productos y servicios¹²².

De forma especial, esta situación representará nuevos y radicales desafíos para el discurso y las prácticas feministas. De hecho, surgirá un movimiento vinculado a la red que, con el objetivo de sintetizar su significado feminista basado principalmente en la imagen ciborg¹²³, también se apropiará de la ética del hacker. Según apunta Haraway:

A finales del siglo XX todos somos quimeras, híbridos teorizados y fabricados de máquina y organismo; en una palabra, somos Cyborgs. El Cyborg es nuestra ontología, nos otorga nuestra política¹²⁴

Por otro lado, si en opinión del teórico Richard Sennett para el hacker “hacer es pensar”¹²⁵ en muchas de estas prácticas artísticas observaremos cómo el artista defenderá la filosofía DIY y el DIWO (hazlo con otros). Para ello, este se apropiará de diferentes dispositivos

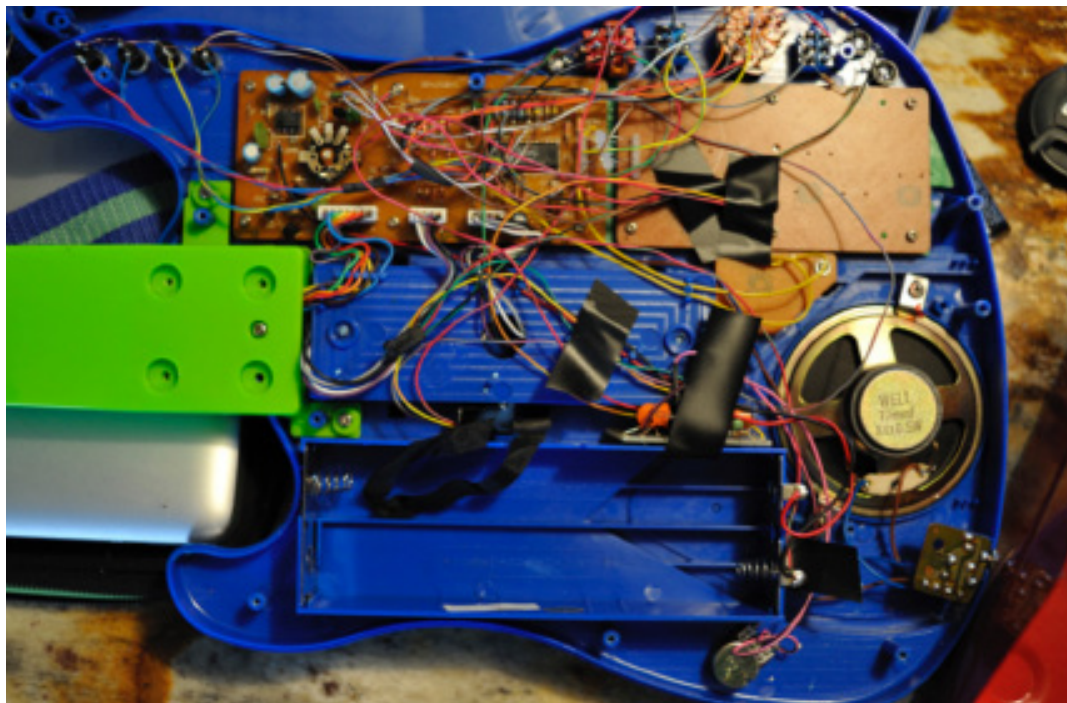
122 *Ibidem*

123 El *cyborg*, abreviatura de cybernetic organism, fue un término ideado en 1960 por Clynes y Kline para hacer referencia a aquella fusión entre un organismo vivo y una máquina cuyo objetivo fuese mejorar las funciones orgánicas mediante altas tecnologías.

124 Como ya citamos esta obra supuso un giro postfeminista en cuanto a las relaciones que tradicionalmente habían tenido los estudios de género y la tecnología. Haraway, Dona, “Manifiesto para Cyborgs”, en Ciencia, cyborgs y mujeres. La reinención de la naturaleza, Cátedra, Madrid, 1995, pp. 149-181

125 Richard Sennett *El artesano*, Anagrama (2009) p.19.

electrónicos a través del hardware libre, el DIY o el reciclaje¹²⁶. Con esta actitud, defenderá nuevas fórmulas que liberan procesos creativos inesperados y que generan procesos de autoaprendizaje fuera del sistema académico¹²⁷.



Toy guitar used in a circuit bending. Kawasaki (1989).

En este escenario, el teórico Alexander Galloway y otros autores citarán cómo realizando estas prácticas manuales y artesanales se desvelará la intención del artista de diseñar con el hardware. Una situación que en su opinión, apuntará al diseño de nuevas herramientas DIY para el aprendizaje electrónico. Para defender esta hipótesis, estos autores en su ponencia *Design for Hackability* argumentarán la emergencia de novedosas prácticas en el campo del diseño a finales de los años 90, que estarían inspiradas por las corrientes del net-art, el *re-mix*, hacker y el DIY¹²⁸. Como explicaremos a continuación, un nuevo enfoque que con el tiempo se convertirá en todo un referente educativo, y también será muy importante para la democratización del campo de los e-textiles.

126 Destacaremos prácticas artísticas como el reciclaje tecnológico, el textil hacking, el circuit bending, el biohacking o la modificación de videojuegos, entre otros.

127 Este comportamiento manifestará una consciencia poco complaciente con la lógica del mercado neoliberal, reformulando constantemente el sentido del uso de las tecnologías tanto en el arte como en la vida cotidiana.

128 Galloway, Alexander y otros, *Design for Hackability*. DIS '04 Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques, (2004). pp.363-366.

1.3.2. Comunidades digitales y el ordenador como herramienta artística *open source*.

Desde los años 80, el ordenador forma parte de la industria visual. No obstante, antes de que esto suceda, esta herramienta tecnológica será muy cara y su acceso será de uso exclusivo para laboratorios, empresas, universidades o bancos. A partir del año 1969 la situación comenzará a cambiar, especialmente después de que la empresa IBM comience a reducir el precio de los ordenadores y a vender las piezas por separado¹²⁹. A partir de este momento, los ordenadores serán más asequibles para la población, produciéndose progresivamente un abaratamiento de los microprocesadores, así como una reducción de su tamaño y precio.

En opinión del teórico José Ramón Alcalá, los primeros creativos que aprovecharon estos avances de los ordenadores fueron los artistas sonoros y los músicos electrónicos, comenzando a surgir cada vez con más intensidad un arte propiamente tecnológico, producido directamente en este soporte, que se denominará arte electrónico¹³⁰. Como apunta Pau Alsina:

(...) se empezó a hablar del hecho digital en el arte, es decir, del arte digital como una forma de creación artística peculiar, entre los años 1950 y 1970, cuando se generaron las primeras obras con el ordenador¹³¹.

Ya en el año 1984, la introducción de las interfaces gráficas de usuario del ordenador Macintosh de la empresa Apple¹³² permitirá que todo tipo de usuarios sin conocimientos previos en informática puedan acercarse al ordenador, suponiendo esto el comienzo de toda una revolución informática. Esta innovación tecnológica tenderá a favorecer la

129 Allan, Roy A., *A History of the Personal Computer: The People and the Technology*. Hersham, United Kingdom: Allan Publishing (2001)

130 Mellado Alcalá, Jose Ramón. *Arte electrónico: el nuevo papel del artista en la sociedad digital*. En *Arte y funcionalidad* /coord. por Wenceslao Rambla Zaragoza (2010), pp.79-96.

131 Alsina, Pau *Introducción al arte digital*. Boletín iberoamericano de Gestión Cultural, 10. (2004), p.4.

132 Michael Moritz, *Steve Jobs & Apple: la creación de la compañía que ha revolucionado el mundo*. Alba Editorial (2001)

experimentación gráfica y artística. Para el experto en cultura visual Andrew Darley:

En esta época comenzaron a llevarse a cabo esfuerzos para mejorar y desarrollar no sólo la propia pantalla de visualización, sino también sus capacidades gráficas, tanto en lo relativo a la visualización de cálculos llevados a cabo por ordenador como en términos de sus ventajas como interfaz de usuario¹³³.

A partir de este momento, las fronteras entre el arte y el diseño tenderán a difuminarse y cada vez será más difícil establecer criterios para su clasificación. Como ya citamos, este contexto representará una gran oportunidad para concebir múltiples formas de producción, distribución y comunicación artística mediatizadas a través del ordenador¹³⁴. Desde esta perspectiva, muchos artistas emprenderán la búsqueda de nuevas formas de generar imágenes, centrándose en la creación de nuevos lenguajes y formas de expresión. Tal y como explica Eugenio Vega:

La popularización de los ordenadores hizo que la gente se familiarizase con el software empleado en la manipulación de imágenes y comprendiera que las posibilidades de la expresión artística no estaban restringidas a los artistas que habían recibido una formación académica. El ordenador, el innovador componente de la técnica expresiva, habría de servir para una amplia variedad de actividades creativas. Muchas de ellas no eran sino otras formas de crear imágenes bidimensionales con una nueva herramienta que facilitaba el collage. Pero en muchos otros casos dio pie a una nueva forma de expresión artística cuyo soporte serían las nuevas redes de interacción que terminarían por conformar a partir de 1989 Internet¹³⁵.

133 Darley, Andrew, *Cultura Visual digital. Espectáculo y nuevos géneros en los medios de comunicación*, Paidós Comunicación 139 Cine.(2000), p.215.

134 Cabe mencionar como las primeras experiencias artísticas que se realizaron en estos soportes los encontramos en dos importantes exposiciones en el año 1968. Estas son “*Cybernetic Serendipity:: The Computer and the Arts*” o “*The machine as seen at the end of the mechanical age*”, ambas orientada hacia una nueva versión de expresión artística generada por con el ordenador.

135 Pinado, Eugenio Vega. *Arte electrónico Tecnología para la interacción*. Manager Business Magazine 1 (4). (2005), pp.5-8.

En este contexto, tras la llegada del software libre, aparecerá una generación de perfiles creativos que, en contra del uso o las limitaciones del software de pago, decidirán asumir la responsabilidad de crear o diseñar sus propias herramientas tecnológicas. Estos creativos se sentirán limitados por la industria, y como consecuencia elegirán crear sus propias herramientas artísticas y luego hacerlas abiertas, dotándolas incluso de nuevos usos educativos o pedagógicos. Para el artista Golan Levin:

La mayoría de las escuelas de arte dan clases de “arte digital”, que para ellos esto significa “cómo utilizar Adobe Photoshop”. A pesar de que en estos cursos suelen decir que exploran las posibilidades de un nuevo medio, por lo general exploran poco más que las posibilidades que alguien (es decir, Adobe) ha encontrado conveniente empaquetar en una pieza de software comercial. El hecho es que los ordenadores son capaces de hacer un número inimaginablemente mayor de cosas que cualquier pieza de software específico puede hacernos creer. [...] es mi intención alentar a los artistas visuales a entender y trabajar más allá de las limitaciones impuestas por sus herramientas de software. [...] me gustaría ofrecer una visión de lo que puede lograrse cuando un artista pasa de Photoshop por completo, y hace sus propias herramientas de software con código¹³⁶.

En opinión de Manovich, esta situación derivará en la formación de una estructura totalmente distinta que posibilitará la creación de nuevas artes visuales¹³⁷. Por su parte Berzowska explica:

Tradicionalmente, los ingenieros informáticos construían los ordenadores y los artistas los utilizaban para crear arte. Los ingenieros construían estas herramientas computacionales en función a la demanda del mercado y en base a consideraciones técnicas, pero no estéticas. Como resultado, estas herramientas no estaban diseñadas para maximizar la amplitud de las expresiones del usuario. Entonces, los artistas utilizarán estas herramientas computacionales para investigar cómo poder ampliar esta búsqueda estética y al mismo tiempo desarrollar un estilo individual¹³⁸.

136 Levin, Golan, *Essay for 4x4: Beyond Photoshop with Code*, Published by Friends of Ed, (2001) .

137 Manovich, Lev, *La vanguardia como software*. Artnodes. Universidad Oberta de Cataluña, UOC, (2002)

138 Berzowska, Joanna y Walter Bender, *Computational Expressionism, or how the role of random () is changing in computer art* . Massachusetts Institute of Technology, Media Lab, Cambridge, MA 02139 (1999)

Especialmente, destacamos el nacimiento de la plataforma de software libre *Processing*¹³⁹ diseñada para la alfabetización de software en las artes visuales. Este lenguaje de programación a cuyo código fuente se puede acceder libremente, fue creado en 2001 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT por el experto en visualización de datos Ben Fry y el artista Casey Reas. El objetivo de esta plataforma es impulsar un entorno de desarrollo y una comunidad en la red que permita que artistas y diseñadores sin formación en tecnología puedan programar sus propios gráficos interactivos.



Obra realizada con Processing. *Network*. Casey Reas (2012) .

En varias entrevistas¹⁴⁰ sus creadores, argumentarán que la idea de este proyecto surge tras muchas reflexiones realizadas en el *Aesthetics and Computation Group* del MIT, sobre cómo se han visto limitadas las posibilidades creativas con programas comerciales, explicando Casey:

El acceso al software me ha permitido construir un puente entre el arte del pasado y las artes electrónicas del presente y el futuro¹⁴¹.

139 <http://processing.org> Septiembre 2016

140 Reas, Casey y Fry, Ben. Entrevista por Daniel Shiffman. *Interview with Casey Reas and Ben Fry*. Rhizome.org, Septiembre, 2009.

141 Reas, Casey y Fry, Ben, *Processing: A Programming Handbook for Visual Artists and Designers*, MIT Press, (2014).

En esos momentos, el *Aesthetics and Computation Group*, estaba dirigido por el profesor y visionario John Maeda, una figura muy importante para este estudio, especialmente porque como explicaremos en profundidad mas adelante, se convertirá años más tarde en el líder del movimiento educativo “*STEM to STEAM*”¹⁴². Así también, porque de sus alumnos habría surgido toda una generación de creadores con formación científica y artística. Entre otros, destacamos al artista Golan Levin, que colaborará durante años con el artista interactivo Zachary Lieberman. Este último, formado en la *Parsons de New School of Design*, entre el año 2004 y 2005 desarrollará también una plataforma de software libre, dirigida a artistas visuales, que llamará OpenFrameworks¹⁴³. Sin duda, todas estas plataformas, y otras nuevas que surgirán como Pure Data, defenderán su interés por abrir nuevos campos de estudio tanto técnicos como artísticos en el área de la programación.

En el caso del hardware¹⁴⁴, es importante mencionar la aparición de la plataforma de electrónica abierta Arduino en el año 2005. Este microcontrolador fue concebido para que estudiantes del Instituto de Diseño e Interacción en Ivrea pudieran prototipar rápidamente sus proyectos electrónicos sin tener que conocer el complejo lenguaje de la electrónica. Sus fundadores Massimo Banzi, David Cuartielles, Gianluca Martino, David Mellis y Tom Igoe diseñaron esta plataforma de hardware y software de código abierto buscando que ésta fuera simple y económica¹⁴⁵. Para ello, Arduino utiliza su propio lenguaje basado en Wiring, una herramienta sencilla de prototipado creada por el artista Hernando Barragán¹⁴⁶. Como explica en su website:

142 Impulsando este movimiento Maeda defenderá la importancia de integrar arte y diseño en disciplinas STEM. STEM es el acrónimo en inglés de los nombres de cuatro materias o disciplinas académicas: Science, Technology, Engineering and Mathematics.

143 <http://www.openframeworks.cc/> Septiembre 2016

144 Es preciso señalar que antes de que el hardware libre existiera, en algunos libros e instituciones educativas como el ITP Tish School of the Arts en NYU que ya enseñaba programación de microcontroladores o la computación física (physical computing) a muchos de sus estudiantes que querían trabajar con herramientas electrónicas, siendo algunos de estos artistas digitales. El término acuñado physical computing por Tom Igoe, hacía referencia a la creación de una conversación entre el mundo físico y el virtual.

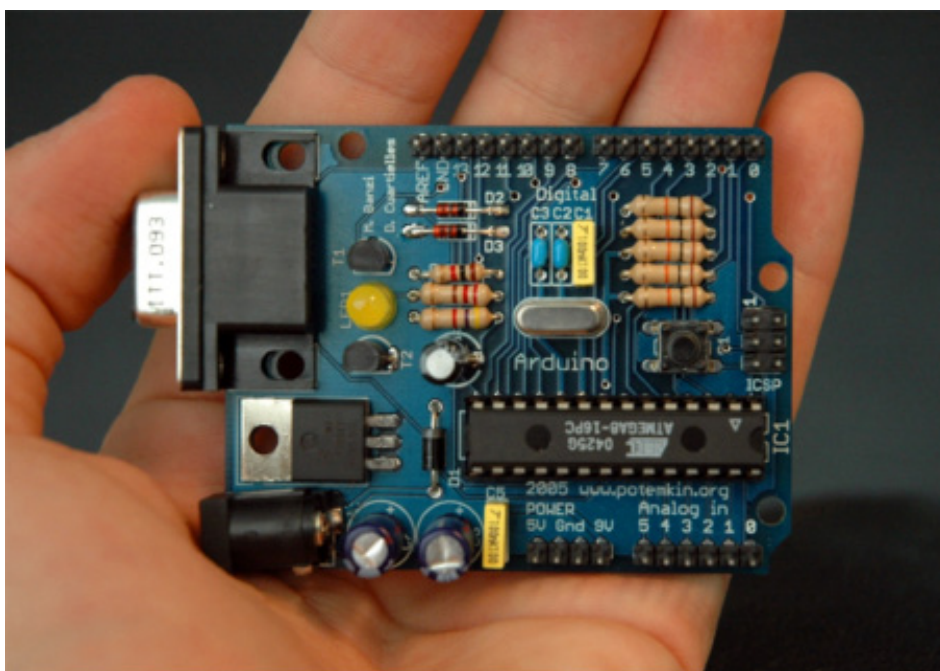
Igoe, Tom, *Making Things Talk: Practical Methods for Connecting Physical Objects*. USA: O'Reilly Media, (2007).

145 Mellis, David y otros, *Arduino: An Open Electronics Prototyping Platform* CHI 2007, April 28 – May 3, 2007, San Jose, USA. (2007)

146 Barragán, Hernando, *Wiring, Prototyping Physical Interaction Design*. Master's thesis. Interaction Design Institute Ivrea, 2004

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier interesado en crear entornos u objetos interactivos¹⁴⁷.

Como explicaremos a continuación, la aparición de esta placa marcará en poco tiempo un antes y un después en la historia de la informática. Una situación que no sólo afectará a las prácticas artísticas o educativas, sino que también facilitará la aparición de nuevas herramientas de bajo coste adaptadas para el estudio de los e-textiles como Lilypad Arduino, entre otras.



Placa Arduino Serial (2005).

147 El diseño de las placas Arduino se licencia bajo *Creative Commons Atribución-Compartir Igual*, lo que significa que puede copiarse, mejorarse, modificarse e incluso venderse sin pedir permiso ni pagar licencia. No obstante, el nombre Arduino está registrado y sujeto a propiedad intelectual, de forma que, para garantizar cierta calidad en las reproducciones que se benefician del valor simbólico de la marca, cuando quiera venderse una placa Arduino, ha de pagarse una pequeña cantidad económica a los propietarios de la marca. <http://arduino.cc/> Septiembre 2016.

Para la comisaria del MoMA Paola Antonelli, Arduino y Processing se han convertido en los últimos años en dos de las plataformas de código abierto más importantes para el desarrollo de trabajos de programación y diseño de interacción. Básicamente, por ser tecnologías que se caracterizan por su accesibilidad, su bajo precio y su baja barrera de aprendizaje electrónico¹⁴⁸. En el caso específico de Arduino, en opinión de la hacker e investigadora Alicia Gibb, esta plataforma se ha convertido en una infraestructura básica para las actuales prácticas artísticas, entre otros motivos porque permite a los artistas y diseñadores invertir toda su energía en el proceso creativo¹⁴⁹. Ahora bien, en ambas plataformas tendríamos que señalar como un factor clave de este éxito la comunidad que se ha generado. Especialmente, cómo la existencia de estas comunidades habría contribuido a generar en Internet un ecosistema de conocimiento muy fértil, gracias a la constante actividad de programadores y desarrolladores que comparten su conocimiento¹⁵⁰.

Por último cabe destacar, cómo actualmente los lenguajes de programación informática y dispositivos electrónicos creados por artistas y para artistas ya no son una curiosidad. Estas herramientas se utilizan a diario en diferentes escuelas de arte y diseño, y hacen funcionar proyectos en museos de todo el mundo. Tal y como argumentaremos más adelante, estas plataformas son utilizadas también por todo tipo de personas, con o sin conocimientos en tecnología. Una situación que, en nuestra opinión, será el reflejo de un nuevo paradigma, que habría llevado a muchos teóricos a poner en cuestión un sistema educativo basado, fundamentalmente, en la divergencia histórica entre ciencias y humanidades.

148 Este comentario lo realiza puesto que muchas las obras que aparecen en su exposición "Talk to Me: *Design and the Communication between People and Objects Me*" fueron creadas usando estas plataformas.

149 Gibb, Alicia, *New Media Art, Design, and the Arduino Microcontroller: A Malleable Tool*. Master's Thesis, Pratt Institute, New York, NY, 2010, pp. 65-67.

150 El proyecto Arduino recibió en 2006 una mención honorífica en la categoría de Comunidades Digital en el Prix Ars Electrónica.

Capítulo 2.

TENDENCIAS EMERGENTES EN LA CULTURA DIGITAL Y EL AUGE
DE LOS E-TEXTILES

2.1. Contexto histórico. Creatividad y Democratización Tecnológica

Podríamos decir que la dinámica cultural que actualmente vive el mundo se debe, primordialmente, a los desarrollos tecnológicos y a los interesantes hallazgos en materia científica ocurridos recientemente. Básicamente, el paso de los átomos a los bits, tal y como ya había anunciado Nicholas Negroponte, representará nuevas formas de vivir y de organizar nuestras sociedades, rodeada de artefactos digitales¹⁵¹. Según el teórico Peter Schwartz, bajo el influjo de las nuevas tecnologías de la información se estaría dando un impulso a la llamada economía de redes, que dependerá en gran medida de cuatro grupos: el de las tecnologías informáticas, las telecomunicaciones, la biotecnología y la nanotecnología¹⁵².

Unos años antes del comienzo de la gran recesión económica¹⁵³, en el marco de la cultura digital nos toparemos bajo un nuevo espacio que se caracterizará en occidente por el control de la información a nivel global, la expansión de la digitalización, y un cambio tecnológico y social acelerado. El rápido paso de los bits a los átomos¹⁵⁴ en los primeros años del milenio presentará todo un salto cualitativo, que facilitará la difusión de diferentes contenidos, muchos de ellos en defensa de una sociedad basada en la innovación y el progreso económico. Para el sociólogo Zygmunt Bauman, nos encontraremos ante una sociedad caracterizada por una modernidad globalizadora y consumista, donde frente a lo eterno predomina lo efímero, lo dinámico “lo que dura sólo un rato”¹⁵⁵.

Bajo este panorama, observaremos cómo el conocimiento libre, la racionalidad compartida y el pensamiento comunal se mudarán en variaciones del saber común. En realidad, la diversidad cultural y social se comenzarán a entender como el principal motor para una integración democrática, produciéndose nuevos cambios y formas de representación de la ciudadanía. En opinión de Margarita Padilla, el nacimiento de organizaciones como

151 Negroponte, Nicholas *El mundo digital. El futuro que ha llegado*. Barcelona, Ediciones B (2000)

152 Schwartz, Peter. *The long boom: a history of the future, 1980-2020*. Revista Wired Magazine July 1997

153 https://es.wikipedia.org/wiki/Gran_Recesi%C3%B3n Septiembre 2016

154 Como explicaremos a continuación es muy importante el trabajo de Neil Gershenfeld en el MIT para aludir a esta transformación.

155 Bauman, Zygmunt, *La modernidad líquida*. Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, (2002) p.19.

WikiLeaks o el movimiento *Anonymous* se convertirán en todo un símbolo de ruptura con el capitalismo y el neoliberalismo¹⁵⁶. En este contexto, detectaremos como la llegada de una nueva economía de consumo colaborativo, o economía *Peer-to-Peer*¹⁵⁷ habría aprovechado las nuevas tecnologías digitales para socializar productos y propiedades, que ahora pasan a ser prestadas o compartidas. Tal y como indica el teórico Rigi Jakob, nos encontraremos ante un nuevo modo de producción basado en la cultura de los bienes comunes o la promoción de economías post-capitalistas¹⁵⁸.



Crisis económica. Protestas en Wall Street. New York (2008).

Podemos decir que se comenzará a hablar de un tipo de cultura en la cual el público ya no actúa como un consumidor pasivo, sino también como un productor. Fundamentalmente, la aparición de términos como “*crowdsourcing*” o “*prosumer*”¹⁵⁹ pondrán de manifiesto un cambio de percepción de la masa como un ente pasivo que consume lo que le proporciona

156 Padilla, Margarita, *El kit de la lucha en Internet*. Madrid: Traficantes de sueños, (2012), p.122.

157 Bauwens, Michael, *La economía política de la producción entre iguales*, (2006).

158 Rigi, Jakob, *Peer to peer production as alternative to capitalism. A new communist horizon*. Journal of Peer Production, (2014).

159 “prosumidor” o *prosumer*, según el término en inglés. Esta palabra fue acuñada en 1980 por Alvin Toffler y proviene de una fusión entre los términos “producir” y “consumir” (de las palabras productor y consumidor) para predecir que dichos roles comenzarían a mezclarse en la era post-industrial. Toffler, Alvin *La tercera ola*. Barcelona: Plaza y Janes, (1980)

la industria cultural, a una audiencia que, a la vez que consume, crea, produce y participa. Como consecuencia, surgirá cada vez con más fuerza la cultura libre y las plataformas de financiación colectiva o de “*crowdfunding*”¹⁶⁰. Según Castells:

Las tecnologías de la libertad no son libres. Gobierno, partidos, empresas, grupos de interés, iglesias, mafias y aparatos de poder de todo tipo y condición se han impuesto como prioridad poner las posibilidades de la autocomunicación de masas al servicio de sus propios intereses¹⁶¹.

Por su parte, el profesor y académico estadounidense de los medios de comunicación Henry Jenkins explicará cómo este cambio de paradigma supondrá cambios tecnológicos, pero sobre todo, cambios culturales y sociales, surgiendo lo que él denomina una “cultura participativa”, y argumenta:

(...) del flujo de contenido que pasa por múltiples plataformas de medios, a la cooperación entre múltiples industrias y al comportamiento migratorio de la audiencia de los medios de comunicación dispuesta a ir casi a cualquier lugar en búsqueda del tipo de experiencia de ocio que quiere¹⁶².

En cualquier caso, para comprender este proceso de cambio, es muy útil destacar cómo la cultura digital ya habría alcanzado a principios del milenio una mayor expansión. Especialmente, gracias a la emergencia de la Web 2.0 ¹⁶³ y a las redes sociales que aparecerán ligadas a Internet, surgiendo nuevas formas de consumo cultural. Para Ignacio Ayestarán:

160 Las redes sociales de financiación colectiva y colaboración distribuida que hacen posible financiar múltiples iniciativas sociales y culturales. El crowdfunding es el sistema emergente de microdonaciones que permiten financiar proyectos y nuevas empresas a través de las pequeñas aportaciones de muchos voluntarios.

161 Castells, Manuel, *Comunicación y poder*. Madrid: Alianza Editorial (2009), p.533.

162 Jenkins, Henry, *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*. Cambridge, MIT Press (2006) p.2.

163 El término Web 2.0 se introdujo en 2004 y se refiere a la segunda generación de la World Wide Web. El término “2.0” viene de la industria del software, donde las nuevas versiones de programas de software se etiquetan con un número de versión incremental. Las tecnologías Web 2.0 proporcionan un nivel de interacción con el usuario que no estaba disponible antes. Los sitios web se han convertido en algo mucho más dinámico e interconectado, la producción de “comunidades en línea” hace aún más fácil compartir información en la Web.

Webs, blogs, agregadores, entornos colaborativos, wikis, foros, entre otros muchos, son las herramientas de las nuevas redes tecnológicas y sociales, donde el conocimiento es combinado y re combinado en una sucesión de avatares y participaciones virtuales. El digitalismo de la industria electrónica con su matemática binaria ha impulsado la posibilidad de crear y recrear la materia informacional del mundo, su *res extensa*, en redes infinitas, aunque no exentas de limitaciones. El espíritu absoluto de Hegel se ha convertido en Google, pero esta vez, dentro de un ecosistema más fragmentario, móvil y descentralizado. Y el reciente paradigma de la Web 2.0 permite un nuevo modelo económico desde la ley de la disrupción tecnológica y el aparentemente infinito espacio de la virtualidad¹⁶⁴.

Paulatinamente, el desarrollo de la Web 2.0 se convertirá en un catalizador para una comunidad emergente que comienza a crear diseños mecánicos de una manera distribuida. De hecho, la cibercultura empezará a ser considerada como un espacio de empoderamiento, construcción, creatividad y comunidad en Internet. Para el sociólogo David Gauntlett, nos toparemos con que mucha gente empezará a rechazar el televisor o las formas de aprendizaje tradicional, y comenzará a hacer y aprender por sí mismo como otra forma más de entretenimiento. En su opinión, esta situación ayudará a ubicarnos como agentes creativos y explica:

En lugar de sólo ver Internet como un canal de difusión, lo que definía a la audiencia de la website (del modelo “1.0”), la Web 2.0 invita a los usuarios a jugar. Sitios como YouTube, eBay, Facebook... son claramente mucho mejores cuantas más personas lo están utilizando y contribuyendo a generar el contenido de estas redes sociales¹⁶⁵.

Tras el comienzo la crisis económica, los potenciales creativos de la diversidad de la multitud conectada a Internet, la expiración de patentes, la democratización de las herramientas de diseño digital, el auge de las prácticas DIY y el *learning by doing* ¹⁶⁶

164 Ayestarán, Ignacio, *La res digitans y el nacimiento de la wikisofía en las redes tecnológicas de la información*. UPV/EHU Departamento de Filosofía. (2010), p.257-267.

165 Gauntlett, David, *Making is Connecting: The Social Meaning of Creativity, from DIY and Knitting to YouTube and Web 2.0*. Cambridge: Polity Press (2011), p.7.

166 El aprendizaje se logra a través de la metodología de aprendizaje *learning by doing* de raíz constructivista (Aprendiendo Mientras Hacemos o Aprender Haciendo en castellano) en un entorno social.

provocarán una ruptura en el modelo productivo industrial tradicional. Rápidamente, este contexto facilitará el acceso a nuevos materiales y a una serie de herramientas de fabricación digital que antiguamente eran caras y complejas¹⁶⁷. De hecho, esto será posible gracias a la existencia de tecnologías y herramientas de código abierto como Arduino, que beneficiarán la creación de numerosos proyectos, entre ellos máquinas de fabricación personal, aunque no exclusivamente. Como indica Juan Freire:

La cultura del DIY (*Do It Yourself*), o hágalo usted mismo nos sitúa ante una nueva era de “ciencia de garaje” interconectada que centra su atención en el prototipado o diseño personalizado emancipado de la producción industrial¹⁶⁸.

En este contexto, surgirá con fuerza en los Estados Unidos una nueva subcultura digital denominada subcultura o cultura maker. Una tendencia dentro de la cultura digital que como explicaremos en el siguiente capítulo reivindicará el uso de la tecnología más allá de la pantalla del ordenador. Bajo este panorama, las impresoras 3D comenzarán a tener un papel relevante en los procesos de evolución de la fabricación industrial a la digital y personal en el resto de occidente. Ésto será posible porque para su construcción se basarán en el software y hardware libres ya existentes.

El ejemplo pionero de estas impresoras será RepRap¹⁶⁹, un proyecto de código abierto para la construcción de impresoras 3D ideado por Adrian Bowyer en 2005 en la Universidad de Bath del Reino Unido¹⁷⁰. Este proyecto, que surge en un contexto universitario, tiene como objetivo potenciar el uso y abaratar el coste del prototipado rápido haciéndolo accesible al usuario común. Para ello, este proyecto, posibilitará poder realizar una réplica a través de la autocopia de las piezas necesarias para la construcción de otra impresora 3D, que posteriormente necesitará de una labor de montaje. Entre sus investigadores, destacamos

167 El diseño asistido por computadora y la manufactura asistida comenzaron a utilizarse industrialmente en los años setenta y ochenta, mientras que el desarrollo de las primeras tecnologías de impresión 3D se remonta a mediados de la década del ochenta

168 Freire, Juan, *Educación abierta y digital: ¿hacia una identidad edupunk?* (2008)

169 RepRap de las siglas *Replicating Rapid Prototyper*

170 Bowyer, Adrian, *The Self-replicating Rapid Prototyper. Manufacturing for the Masses*, Invited Keynote Address, Proc. 8th National Conference on Rapid Design, Prototyping & Manufacturing, Centre for Rapid Design and Manufacture, High Wycombe (2007)

a Josef Prusa¹⁷¹, el creador del modelo más extendido de impresora 3D libre, denominado la Prusa. Todas las impresoras 3D se conocerán como las “Máquinas Universales”, por su poder de transformar los bits en átomos.

En poco tiempo, comenzarán a aparecer nuevas impresoras 3D de código abierto, disponibles en tamaño personal y con precios asequibles, que permitirán la fabricación de piezas y objetos a partir de diseños digitales. Estas impresoras ofrecerán la posibilidad de fabricar y compartir diseños de forma completamente libre y distribuida. Bajo este marco, surgirá por ejemplo Clone Wars¹⁷² o empresas como Makerbot¹⁷³ que impulsará la comunidad en red Thingiverse¹⁷⁴. También aparecerán las primeras fresadoras libres, como por ejemplo cyclone¹⁷⁵, cortadoras láser libres, incluso máquinas para tejer libres¹⁷⁶. En efecto, para el teórico Eric Von Hippel, un factor clave de este éxito, es observar cómo una importante fuente de innovaciones son los propios usuarios y cómo las plataformas de código abierto se basan en la creatividad de todo un grupo de personas, en lugar del pequeño equipo desde el que se originó¹⁷⁷. Por su parte, el teórico Philippe Aigrain nos recuerda cómo la ética del hacker ya habría implementado un modelo en el que la participación se abre a la comunidad en momentos clave de la creación o concepción, como es el diagnóstico, la elaboración del software y el seguimiento de la producción¹⁷⁸.

Esencialmente, todas estas herramientas digitales traducirán lo virtual en el mundo físico, facilitando la aparición de nuevos materiales y distintas posibilidades creativas para la exploración entre el arte, la ciencia y la tecnología. Tal y como explica el sociólogo Richard Sennett, nos veremos inmersos en lo que él ha denominado la “cultura material”. Una cultura que recupera el trabajo artesanal para conectarnos con la realidad material como un modo de asegurarse la satisfacción personal, de ganarse respeto y autoestima, y el orgullo por el trabajo propio en el corazón de la artesanía como recompensa de la

171 <http://josefprusa.cz> Febrero 2017

172 http://www.reprap.org/wiki/Proyecto_Clone_Wars Febrero 2017

173 <http://www.makerbot.com> Febrero 2017

174 <https://www.thingiverse.com> Febrero 2017

175 <https://github.com/CarlosGS/Cyclone-PCB-Factory> Febrero 2017

176 <https://www.instructables.com/id/Circular-Knitic/> Febrero 2017

177 Hippel, Eric von, *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: MIT (2005), pp. 94-101.

178 Aigrain, Philippe, *La réinvention des communs physiques et des biens publics sociaux à l'ère de l'information*, en *Multitudes*, 41, primavera (2010), p.47.

habilidad y el compromiso¹⁷⁹. Como consecuencia, se producirá una vuelta a lo artesanal, lo que provocará que se desvele de manera gradual “la figura del amateur”¹⁸⁰.



Light As A Feather. Creación de Carrie Mae Rose utilizando una Makerbot. (2013).

En este contexto, se reducirá la curva de aprendizaje para utilizar herramientas de producción de tipo industrial, lo que permitirá que muchos artistas visuales y plásticos puedan trabajar con ellas. Tal y como afirma Mónica Val Fiel:

El potencial que la impresión 3D introduce en la industria se traslada a una escala menor para artistas, arquitectos, diseñadores y makers, al hacer posible la complejidad de la forma, la inmediatez o la personalización como cualidades inherentes a la tecnología. En estos ámbitos, la personalización de los productos estandarizados, con su potencial innovador y creativo, combate la obsolescencia programada fomentando un uso más eficaz de los recursos y transforma los procesos de génesis de la materia institucionalizados, permitiendo la participación del usuario¹⁸¹.

179 Sennett, Richard *El artesano*. Editorial Anagrama (2009), p.361.

180 Kuznetsov, Stacey y Paulos, Eric, *Rise of the Expert Amateur: DIY Projects, Communities, and Cultures*. In Proc. NordiCHI '10, ACM (2010), pp.295–304.

181 Val Fiel, Monica, *Prosumer e impresión 3D: La democratización del proceso creativo*. REVISTA 180 (2016).

Este supuesto nuevo paradigma de democratización tecnológica nos permitirá producir e inventar, modificando por completo el futuro de la manufactura. Por otra parte, podemos señalar cómo esta unión de la decisión con la competencia práctica se centrará en procesos emergentes de prototipo y algunos la perfilarán como una nueva revolución industrial¹⁸². En todo caso, esta situación obedecerá a una postura crítica que, en poco tiempo, se convertirá en un modelo de tecnología disruptiva. Ahora bien, para poder encontrar los orígenes de este nuevo paradigma, tendríamos que remontarnos a principios del año 2000, cuando Neil Gershenfeld, el director del Centro de Bits y Átomos inaugura el primer FabLab¹⁸³ en el MIT. Muchas de las tendencias que empezó a idear Gershenfeld con estos laboratorios supondrán, en los siguientes años, toda una nueva revolución industrial. Para Chris Anderson:

La revolución digital se ha limitado en gran medida a las pantallas. Nos encantan las pantallas, por supuesto, en nuestros portátiles, televisores, teléfonos. Pero vivimos en casas, conducimos coches y trabajamos en oficinas. Estamos rodeados de bienes físicos, la mayoría de ellos productos de una economía manufacturera que en el último siglo ha sido transformada en todos los aspectos, menos uno: a diferencia de la web, no está abierta para todos. Debido a la experiencia, los equipos y los costos de producir cosas a gran escala, la industria manufacturera sigue siendo territorio de las grandes empresas y profesionales bien entrenados. Eso está por cambiar¹⁸⁴.

Por otra parte, esta situación permitirá que el desarrollo tecnológico ocurra fuera de las universidades o grandes empresas, una situación que desencadenará un nuevo sistema de democratización de la manufactura. Un ejemplo son los “Printbots” o “Printable robots”, unos robots educativos diseñados para que la comunidad maker se los pueda imprimir en 3D, y, además, modificarlos para adaptarlos a las necesidades educativas. Destacamos especialmente como el primero fue el *Miniskybot*, creado en el año 2011 por el ingeniero y

182 Markillie, Paul, “A third industrial revolution”. The economist. Special report manufacturing and innovation, (2012).

183 <http://fab.cba.mit.edu/> Febrero, 2017

184 Anderson, Chris, *Makers: The New Industrial Revolution*, Crown Business, New York, (2012).

hacker Juan González¹⁸⁵. Bajo nuestro criterio, esta situación se beneficiará también de las ya citadas licencias creative commons. El uso de estas licencias permitirá a los usuarios compartir modelos y documentos libremente¹⁸⁶, potenciándose así un flujo fuera del mercado de fabricación institucionalizado. En opinión de Berman:

Las tecnologías de fabricación personalizada o a escala doméstica ofrecen un nuevo enfoque para diseñar y hacer objetos que va a cambiar la forma en que el diseñamos, transportamos, y consumimos productos físicos, desatando nuevas ideas de producto, nuevos métodos de educación y nuevos modelos de negocio¹⁸⁷.

Finalmente, conviene indicar cómo todas las aproximaciones y fenómenos sociales que hemos descrito se incluyen en esta investigación para poder entender las posibles transformaciones ocurridas en el marco de la cultura digital tras el cambio de milenio. Como explicaremos en los siguientes capítulos, esta situación influirá de manera considerable en el avance del campo de las tecnologías vestibles, y especialmente en el desarrollo de nuevas oportunidades para una investigación vinculada al área multidisciplinar de los e-textiles, cuya historia es objeto de nuestro estudio.

185 González, Juan y otros, *A New Open Source 3D-printable Mobile Robotic Platform for Education*, Book chapter. *Advances in Autonomous Mini Robots*. Springer Book, (2011)

186 <http://commonstransition.org/open-design-commons-and-distributed-manufacturing/> Enero 2017

187 Berman, Barry, *3D printing: The new industrial revolution*. *Business Horizons*, vol. 55, 2, (2012), p.155-162.

2.1.1. Cultura maker, DIY¹⁸⁸ y comunidades creativas

Desde la perspectiva que se toma en esta investigación, en la entrada del nuevo milenio y en plena recesión económica surgirá, como previamente se ha dicho, con fuerza en los Estados Unidos una nueva subcultura digital denominada subcultura o cultura maker¹⁸⁹. Sus orígenes los encontraremos en el nacimiento de Internet, y representará una extensión tecnológica del fenómeno DIY que defendiendo la idea de que se puede cambiar el mundo se convertirá en poco tiempo en todo un movimiento social. Esta subcultura digital, que brota inicialmente en los márgenes y con tintes contraculturales, se cristalizará tras la evolución de toda una serie de fenómenos emergentes que surgen alrededor del año 2005¹⁹⁰.

Como argumentaremos a continuación, la cultura maker estará íntimamente ligada a la lógica misma de la computación, del compartir y de lo abierto con el fin último de hacer un mundo mejor. Bajo un contexto en donde la digitalización y las comunicaciones se convertirán en dos de las tecnologías más influyentes en nuestras vidas, esta subcultura digital defenderá el hacer como una nueva alternativa. Una alternativa a un sistema que se ha comprometido como insostenible a nivel medioambiental, económico y social, poniendo énfasis a la construcción con o sin tecnología. Para Gauntlett:

El hacer tiene un importante potencial para facilitar una revolución social: influye en la manera en la que aprendemos, cómo compartimos, cómo colaboramos, cómo consumimos y producimos —El hacer lo cambia todo¹⁹¹.

Esta actitud de trabajo obedecerá a una postura crítica, ya que trasciende el ámbito de lo industrial para instalarse en el hogar. En poco tiempo se convertirá en todo un movimiento cultural contemporáneo, que se ha acuñado ya como el movimiento maker.

188 El *Do It Yourself* (DIY)- hazlo tú mismo en castellano- hace referencia en este capítulo al intervenir y modificar de manera no formal ni estandarizada, una pieza o producto electrónico.

189 https://en.wikipedia.org/wiki/Maker_culture Febrero, 2017

190 Especialmente tras una serie de fenómenos que sucedieron cronológicamente alrededor del 2005, como es el nacimiento de youtube, se publicó la primera edición de Make Magazine (EEUU) , se diseña la primera placa de Arduino y surgen las primeras impresoras RepRap.

191 Gauntlett, David, *Making is Connecting: The Social Meaning of Creativity, from DIY and Knitting to YouTube and Web 2.0*. Cambridge: Polity Press, (2011).

Según las profesoras Erica Rosenfeld Halverson y Kimberly Sheridan:

El movimiento maker hace referencia a un creciente número de personas que se estaría dedicando a la producción creativa de artefactos en su vida cotidiana, y que se reúne en espacios físicos y en Internet para compartir sus procesos y productos con otros¹⁹².



Taller DIY para incorporar un sensor de agua. *Technology will save us* (2014).

En todo caso, el hacer o el *making* será entendido como una evolución de la noción metodológica del DIY que obedecerá a una postura crítica que defiende el fácil acceso a la tecnología, revolucionando la forma en que hacemos objetos tangibles. En opinión de Lukens, los esfuerzos del DIY no sólo se han beneficiado del cambio tecnológico; sino que éstos lo han iniciado¹⁹³.

192 Halverson, Erica y Sheridan, Kimberly, *The Maker Movement in education*. Harvard Educational Review, 84(4) (2014) pp. 496-565.

193 Lukens, Jonathan *DIY Infrastructure and the Scope of Design Practice*. *Design Issues*. 29 (3) (2013) p.20.

Para Bruns, esta tendencia formará parte de un cambio cultural en el que la cultura popular y los intereses de los medios masivos digitales parecen mezclarse en una forma de “diseño-producción-transmisión-consumo”¹⁹⁴. De hecho, el hardware abierto se defenderá como uno de los puntos clave para lograr un futuro sostenible. Por su parte Anderson indica:

(...) los makers, están haciendo algo nuevo. En primer lugar, están usando herramientas digitales, diseñando en pantallas, y cada vez más, creando máquinas de fabricación. En segundo lugar, forman parte de la generación Web, por lo que instintivamente comparten sus creaciones en la Red. Por el hecho de llevar la cultura de la colaboración, propia de la Web, al proceso de toma de decisiones, están creando algo que hasta el momento no habíamos visto¹⁹⁵.

Desde la nueva perspectiva, es interesante destacar cómo el alcance del término maker habría expandido la consigna del DIY. En relación a esta situación, el DIY, el DIT¹⁹⁶, el DIWO¹⁹⁷ o el *learning by doing* que caracterizarán las prácticas de este movimiento, se convertirán en las claves para un cambio educativo hacia un sistema capaz de producir una nueva clase productiva. No obstante, el fenómeno DIY no es nada nuevo. La aparición de este tipo de fenómenos tiene sus antecedentes en los movimientos contraculturales de los años 50 surgidos como respuesta a las industrias culturales y al consumo masivo. También los encontramos en los movimientos contraculturales y artísticos, acontecidos desde la década de los años 60 hasta los años 90, algunos de los cuales ya hemos citado anteriormente. Según Juan Ignacio Gallego:

DIY implica tres estadios en el concepto de hazlo tú mismo: uno ideológico/ político, marcado por una rebelión contra el orden jerárquico establecido, otro industrial, que busca nuevas formas de producción fuera de la cultura de masas, creando redes autónomas de producción y distribución, y otro estético, en la búsqueda del sonido

194 Bruns, Alex *Blogs, Wikipedia, Second Life, and Beyond: From Production to Prodisage*. New York, NY: Peter Lang (2008)

195 Anderson, Chris, *Makers: The New Industrial Revolution*. London: Random House (2012), p.21.

196 El término DIT (Do It Together) se utiliza para designar tipo de procesos relacionados con estrategias “Hazlo por ti mismo” pero aplicadas a contextos grupales.

197 El término DIWO (Do It With Others) se utiliza para designar tipo de procesos relacionados con estrategias “Hazlo por ti mismo” pero aplicadas a contextos grupales.

que me interesa como individuo y como grupo subcultural¹⁹⁸.

El término maker se utilizará de manera común para denominar a todas aquellas personas que producen objetos como parte de esta cultura¹⁹⁹. Los intereses comunes que pueden tener los makers son la informática, la robótica, los e-textiles, wearables, la impresión 3D o el empleo de máquinas CNC, así como también el uso de herramientas propias de las tradicionales artes y oficios. Al respecto, varios autores ya vendrían relacionando este movimiento con el movimiento artístico *Arts & Crafts*²⁰⁰.

De hecho, las actividades que realizan los makers consistirán en aprender juntos construyendo cosas. Por ello, no resultará raro que, estas personas, se encuentren para trabajar en la red o en espacios físicos, como por ejemplo los makerspaces, de los cuales hablaremos a continuación. En cualquier caso, trabajar en comunidad, no será para nosotros un concepto nuevo. En particular, este énfasis que pondrán los makers por trabajar con las manos tendrá sus orígenes en muchos de los comportamientos que ya definió Pekka Himanen en relación a los hackers. Tal y como explica Valentin Muro:

Al igual que el maker, el hacker garantiza el acceso universal al conocimiento que utiliza para que otros puedan fabricar herramientas que mejoren la sociedad en la que vivimos. Así también, esta ética fomenta que la curiosidad sea el motor detrás de la producción del conocimiento. (...). El paralelo con los valores de la ética hacker es evidente, y no es apresurado tomar al movimiento maker como la continuación natural de aquello que comenzó en el club de modelaje de trenes. Pero el movimiento maker va más allá de las computadoras e incluye todo tipo de cosas y todo tipo de makers, recuperando valores culturales muy profundos, como el reconocimiento de que lo que hacemos es lo que nos define ²⁰¹.

198 Gallego, Juan, *DO IT YOURSELF: Cultura y Tecnología*. Revista Icono 14, nº13, 278- 291, Madrid, (2009)

199 No obstante, esta definición es muy poco precisa, especialmente porque la cultura maker se caracterizará por ser heterogénea y ubicua. Es por esto, que si buscamos sus orígenes tendríamos que remontarnos al año 2005 con el lanzamiento en Estados Unidos de la revista Make Magazine del grupo O'Reilly.

200 Morozov, Evgeny, Making It Pick up a spot welder and join the revolution. Artículo publicado en New Yorker Magazine, Enero 2014

201 Muro, Valentin "De la ética hacker al movimiento maker". Sitio web personal, (2013).



Portada de la revista Make. Edición dedicada a la impresión 3D (2013).

En este escenario, nos interesa mencionar que en el año 2013 Mark Hatch, CEO y co-fundador del TechShop publicará el “Maker Movement Manifesto” en donde establece una serie de directrices de actuación vinculadas a este movimiento²⁰². Además, como la revista MAKE magazine se habría convertido, primero en los Estados Unidos y luego mundialmente, en el referente y principal catalizador de este movimiento. Principalmente, tras lanzar en el año 2006 un formato feria denominado “MakerFaires”²⁰³ con el objetivo de impulsar el movimiento maker alrededor del mundo. Tal y como se detalla en su página web, el objetivo de estas ferias es facilitar a todos los makers que puedan mostrar sus creaciones, y compartir el conocimiento generado a raíz de los procesos de creación. Según el fundador de la revista y también creador del término Web 2.0 Dale Dougherty²⁰⁴:

202 Hatch, Mark *Maker Movement Manifesto*. McGraw-Hill Education (2013), p.5.

203 La primera edición de una Maker Faire fue en San Mateo en el año 2006, y se presentó como un espacio que facilitaba el encuentro entre aficionados. Desde entonces, estas ferias se han propagado alrededor del mundo, siendo la World Maker Faire de Nueva York, el evento estrella. Estas ferias, son un punto de encuentro para los makers: creadores, hackers, inventores o emprendedores que enfatizan el trabajo colaborativo, el conocimiento abierto, la robótica, e-textiles o el diseño, entre otras disciplinas.

204 El movimiento maker se hubiera entendido de manera diferente, como tenía previsto Dale Dougherty en sus inicios, la revista MAKE Magazine se hubiera llamado HACK. Dale descartó finalmente esta opción para evitar las posibles asociaciones negativas.

Un festival para divertirse en familia, para hacer, crear, aprender, inventar, reciclar, construir, pensar, jugar y sentirse inspirado por la celebración de las artes, la artesanía, la ingeniería, la comida, la música, la ciencia y la tecnología ²⁰⁵.

Así bien, muchas de las destrezas y prácticas que caracterizan a este movimiento de democratización tecnológica, se habrían venido defendiendo en estos últimos años como favorables para interactuar en la era digital. Según las profesoras Erica Rosenfeld Halverson y Kimberly Sheridan:

El movimiento maker al moverse entre las modalidades de educación formal y no formal, propone nuevas oportunidades para la investigación y prácticas en las que entendamos el aprendizaje y la educación como conceptos relacionados, pero también independientes²⁰⁶.

Al respecto, es interesante constatar cómo la aceptación del movimiento maker en la educación favorecerá la rápida aparición de una gran cantidad de documentación y prácticas de educación vinculadas al campo de los e-textiles²⁰⁷. Este supuesto nuevo paradigma, como explicaremos al final de este capítulo, servirá como inspiración para el desarrollo de nuevos modelos educativos que defenderá la integración de arte y diseño en la educación STEM. Otra cuestión a considerar, es que aunque el impulso del movimiento maker surge en los Estados Unidos, actualmente se ha extendido por todo el mundo²⁰⁸. De hecho, en los últimos años, la evolución de esta subcultura digital, ha sido asumida en numerosas ocasiones por el mainstream, pero en otras ha continuado con su objetivo de lucha y alternativa a la cultura dominante²⁰⁹. Ahora bien, como todo lo que se ha generado alrededor de esta subcultura se ha convertido en un fenómeno global en tan poco tiempo, la dirección que va a tomar no está muy clara todavía.

205 Dougherty, Dale, *The maker movement. Innovations*, USA 7(3), (2012), pp.11–14.

206 Halverson, Erica y Sheridan, Kimberly, *The Maker Movement in education*. Harvard Educational Review, 84(4) (2014) pp. 496-565.

207 Toth-Chernin, Jan. *E-Textiles. 21st Century Skills Innovation Library: Makers As Innovator*. Paperback, (2013)

208 Destacamos especialmente la iniciativa 'European Maker Week', promovida por la Comisión Europea en colaboración con la Maker Faire Roma y Startup Europe..

209 El Programa de Proyectos Avanzados para la Defensa de Estados Unidos (DARPA) en 2012 realizó una inversión de diez millones de dólares para promover la educaron maker en los colegios de secundarias de los Estados Unidos.

2.1.2. De los hackerspaces a los nuevos espacios para la innovación digital

Tras el cambio de milenio, nos toparemos con que comienzan a proliferar alrededor del mundo diversos espacios que comparten el término genérico de makerspaces²¹⁰ u otras denominaciones alrededor de las tecnologías de autoproducción. Estos espacios físicos, que estarán enfocados a la colaboración abierta, se convertirán en poco tiempo en lugares de encuentro para el intercambio de ideas y la producción de todo tipo de prácticas. Todo esto gracias a la expansión global del fenómeno maker y al desarrollo de las tecnologías aditivas y de control numérico. Para Dale Dougherty:

Me gustaría ver cómo los makerspaces llegan a nuevas audiencias — no es solo una cosa para “hombres” o “frikis”. Necesitamos más mujeres y personas de diversas culturas y religiones que también participen. No debemos limitarnos a estar abiertos y recibir a nuevas personas, también tenemos que exportar lo que sucede en un makerspace a otros lugares como las bibliotecas, las escuelas o los museos. Todos somos creadores de estos espacios, y estos espacios son los makers de los makers²¹¹.

Desde un punto de vista investigacional, todos estos espacios tendrán sus raíces en los hackerspaces y los *hacklabs*²¹². Como ya se ha citado previamente, estos espacios surgieron durante los años 80 y los años 90 en la Europa central y mediterránea para cubrir las necesidades de comunidad y de expresión creativa. Podríamos decir que, en sus inicios, se trataba de pequeños locales comerciales, comunas, garajes o *lofts* de baja renta, equipados con material tecnológico y con conexión a Internet. Estos laboratorios de experimentación con tecnología libre solían ser frecuentados por artistas²¹³ y personas provenientes de diferentes disciplinas que se encontraban en sus ratos libres para crear proyectos de arte digital, “hackear” aparatos electrónicos, programar, jugar con videoconsolas o

210 Bagley, Caitlin Makerspaces: Top Trailblazing Projects, A LITA Guide. Chicago, IL: ALA Techsource (2014)

211 Dougherty, Dale, “DARPA MENTOR Award to bring making to education”, June 20, 2014, En la revista Makezine, (2012).

212 Lobo, Ricardo *Hackerspaces: From Electrical to Cultural Resistance*. In Proceedings for ISEA2011 (2011)

213 Guimeráns, Paola, *La evolución de los hackerspaces hacia los nuevos espacios para la fabricación y creación digital*. Revista Asociación de Becarios, Fundación Barrie de la Maza en el numero 43. (2012) P. 69-72.

simplemente socializar, estableciéndose una colaboración interdisciplinaria y transversal. Con el devenir de los años, según relata el libro *Hackerspaces: The beginning*²¹⁴ estos espacios comenzarán a proliferar en otras ciudades de Europa, apareciendo en los años 90 los primeros laboratorios hackers en los Estados Unidos. A partir de aquí, se producirá un movimiento global, comenzando a hacerse más visibles también otro tipo de espacios vinculados a este modelo, como por ejemplo los *biohacklabs*.

En esta línea, pero ya bajo la influencia del movimiento maker, surgirán nuevos modelos de espacios creativos como son los makerspaces. Esencialmente, estos espacios se podrían catalogar como espacios físicos donde las personas se reúnen para compartir recursos y conocimientos, trabajar en proyectos, hacer networking y construir cosas. Generalmente, estarán dotados con recursos y equipamiento como cortadoras láser o impresoras 3D para el diseño y la fabricación de objetos de distinta naturaleza. Tal vez por ello, entendemos que estos espacios se asocian a menudo con campos como la ingeniería, ciencias de la computación, y el diseño de interacción o gráfico.

Al igual que sucedió con los hackerspaces, en estos espacios también se colabora con otras personas y se motiva el aprendizaje movido por la pasión y la imaginación. Muchos de los makers que se acercarán a estos espacios, tendrán como objetivo buscar y recuperar entornos de trabajo ajenos a la producción académica. Es por ello, que en estos espacios será habitual poder participar en actividades formativas de educación no formal²¹⁵. Así, por ejemplo, se ofrecerán talleres para aprender a soldar, crear robots DIY o actividades que te inician al campo de los e-textiles, entre otras. Para las teóricas norteamericanas Erica Rosenfeld Halverson y Kimberly Sheridan:

Muchos makerspaces se parecen a los estudios de los artistas, donde los participantes trabajan de forma independiente o en colaboración utilizando materiales con los que diseñan y hacen²¹⁶.

214 Pettis, Bre y otros, *Hackerspaces: The Beginning* (2011).

215 Al igual que ocurre en los hackerspaces, para acceder a los makerspaces hay que hacerse socio y pagar una cuota mensual. Otra opción de pago es impartir talleres y con esta labor pagar la cuota.

216 Halverson, Erica y Sheridan, Kimberly, *The Maker Movement in education*. Harvard Educational Review, 84(4) (2014), pp. 495-504.

Desde esta perspectiva, podríamos indicar que en los makerspaces, la innovación abierta apelará a la inteligencia colectiva para ampliar el potencial creativo. De hecho, muchos de estos se caracterizarán por compartir un espacio de trabajo, encontrándonos algunos makerspaces alojados dentro de los colegios, universidades o bibliotecas²¹⁷. En opinión de la periodista H len Andersson:

Tiene que ver con el aprendizaje. Veo los makerspaces como un paso más en la tradición de educar a la gente que las bibliotecas públicas han hecho desde el s. XIX. Pero ahora no sólo tenemos que transmitir los conocimientos que se encuentran en los libros o en la Red. Ahora, además, creamos conocimiento²¹⁸.



Taller de e-textiles en la biblioteca de Chicago. *Creativity Labs* (2013).

Según la profesora norteamericana Laura Fleming:

La educación maker fomenta la curiosidad, el *tinkering*, y el aprendizaje iterativo, lo que favorece a tener un mejor pensamiento a través de un mejor cuestionamiento.

217 Guimeráns, Paola, Entrevista de IneveCrea *Convertir las aulas en un makerspace facilitará el aprendizaje. Entrevista con Paola Guimeráns*. En Café Crea 8:  Depende nuestro futuro de las vocaciones STEAM?. Medialab Prado Madrid, Marzo, 2015. Febrero 2017

218 Andersson, Hel n, *Makerspace*. Scandinavian library quarterly, v.47, n. 4. (2014)

Creo firmemente que este ambiente de aprendizaje fomenta el entusiasmo por aprender, la confianza del estudiante y la colaboración. En definitiva, el resultado de la educación maker y la educación en los makerspaces conduce a la determinación, y a la resolución de problemas independientes y creativos, y a una auténtica preparación para el mundo real mediante la simulación de los desafíos del mundo que nos rodea²¹⁹.

Siguiendo la línea de pensamiento de los makerspaces, también destacamos la red de laboratorios de los Fab Labs²²⁰. Estos espacios, a diferencia de los makerspaces, tienen sus orígenes en el *MIT Center for Bits and Atoms*, en el curso *How to Make (Almost) Anything*. Según Neil Gershenfeld, creador de este concepto de espacio:

Un Fab Lab es una colección de máquinas y componentes comercialmente disponibles relacionados mediante software y procesos desarrollados para fabricar cosas. Los primeros Fab Labs tienen una cortadora láser controlada por ordenador para construir estructuras tridimensionales a partir de piezas planas, una fresadora de control numérico para fabricar muebles y elementos arquitectónicos de escala doméstica, un plotter de corte [signcutter] para producir plantillas, circuitos flexibles y antenas, una fresadora de precisión [con resolución de micrones] para hacer moldes tridimensionales y placas electrónicas rígidas, y herramientas de programación para diseñar circuitos integrados de bajo coste y alta velocidad. Ésta no es una configuración estática, la intención con el paso del tiempo es reemplazar los componentes del Fab Lab por componentes hechos en el propio Fab Lab hasta que finalmente los laboratorios mismos sean autorreplicables²²¹.

219 Kurti, Steven y otros, *Practical implementation of an educational makerspace: part 3 of making an educational makerspace*. *Teacher Librarian*, (2014).p 48.

220 El nombre Fab Lab deriva del acrónimo del inglés Fabrication Laboratory (Laboratorio de fabricación en castellano)

221 Neil Gershenfeld, Fab.*The coming revolution on your desktop. From personal computers to personal fabrication*. Cambridge: Basic Books (2005), p.12.

A partir del año 2002, esta red de laboratorios se extiende y se populariza en todo el mundo bajo el impulso de la Fab Foundation²²². Además del modelo Fab labs, existe una variante más comercial de espacios denominada Techshops²²³. En todo caso, igual que los makerspaces, los Fab Labs también darán soporte a comunidades educativas. De hecho, estos laboratorios se pueden encontrar integrados en museos, centros culturales, universidades o escuelas de ingeniería, arquitectura o de diseño. Otro aspecto muy importante es que pueden estar vinculados a ambientes empresariales e incluso algunos funcionan de forma independiente sin relación directa con ninguna otra institución. Tal y como indica César García Sáez:

FabLabs, Makerspaces, Techshops y Hackerspaces aportan diferentes sabores y facilidades, aunque por lo general todos ofrecen un espacio común, equipado con numerosas máquinas. Estas máquinas trabajan controladas por el ordenador, para convertir nuestros diseños en la pantalla en objetos tridimensionales²²⁴.

Por último, destacamos también el modelo de laboratorio ciudadano, que entendemos que todavía está en evolución. Los laboratorios de innovación abiertos a la ciudadanía, igualmente darán soporte a comunidades educativas y estarán alojados en centros públicos. Según Lafuente, en estos espacios se priorizan procesos colaborativos e investigativos como una forma de práctica cultural-artística válida por sí misma, pero también pueden tener otros fines, son laboratorios de cultura, sala de actividades o “taller de prototipado”²²⁵. Para Ramón Sangüesa:

En general, podríamos decir que el laboratorio ciudadano es un organismo en el que se desarrollan actividades de aprendizaje por parte de los ciudadanos, centrados en los aspectos propios de la tecnocultura. El aprendizaje, sin embargo, es práctico y da como resultado productos y nuevo conocimiento en consonancia con la práctica de diseño de la tecnocultura²²⁶.

222 <http://www.fabfoundation.org/> Febrero, 2017

223 <http://www.technoshopp.com/> Diciembre 2016

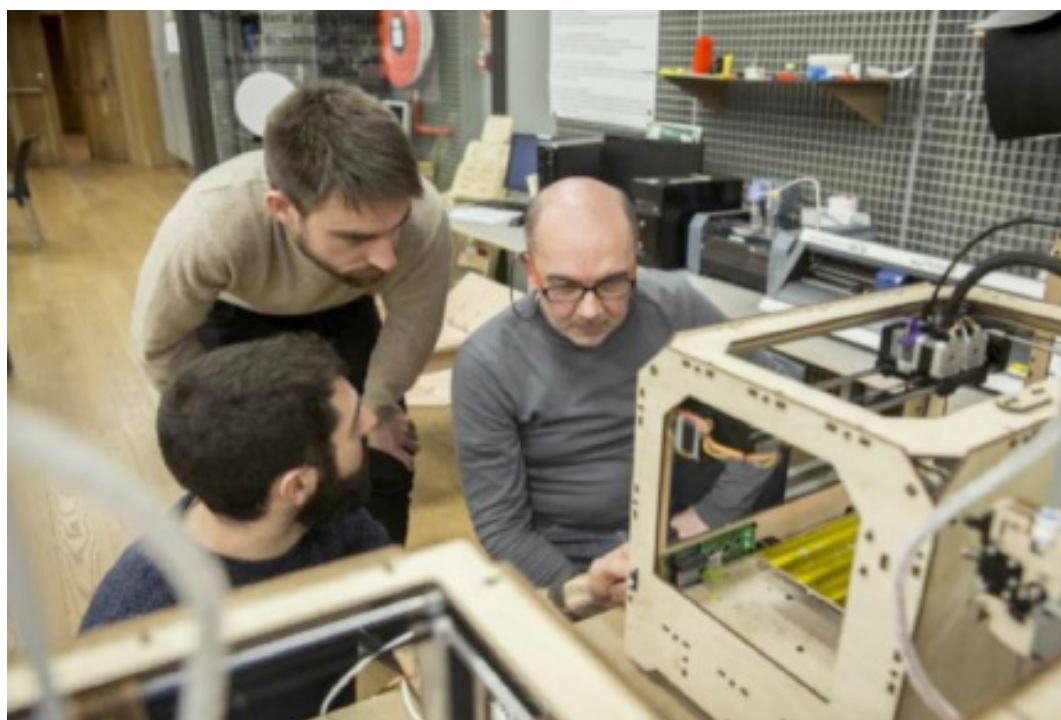
224 García, César, (Casi) Todo por Hacer. Una mirada social y educativa sobre los Fab Labs y el movimiento maker. Fundación Orange. (2016), p.8.

225 Lafuente, Antonio, *Taller de prototipado*. Medialab-Prado, Madrid. Julio 2010

226 Sangüesa, Ramón, *La tecnocultura y su democratización: ruido, límites y oportunidades de los Labs*.

Por su parte Juan Freire indica:

Los laboratorios ciudadanos que constituyen la evolución de los espacios públicos institucionales dedicados al consumo cultural y otros enfocados a la producción ciudadana. Espacios donde ocurre la producción colaborativa entre diferentes públicos, y que normalmente conlleva la transdisciplinariedad y la participación activa de amateurs y profesionales en el desarrollo de proyectos que generan nuevo conocimiento. Estos laboratorios son diversos en sus orígenes dado que, en ocasiones, suponen la evolución de centros cívicos y culturales, en otras son espacios de coworking, o incluso las tradicionales bibliotecas que desarrollan nuevos programas para dar servicio a sus usuarios. Pero son también diversos porque son creados y gestionados tanto por instituciones públicas, como por empresas o diferentes tipos de organizaciones ciudadanas²²⁷.



Taller de impresión 3D. Laboratorio ciudadano. *Medialab-Prado Madrid* (2015).

Revista CTS, nº 23, vol. 8 (2013), pp.259-282.

227 Freire, Juan. *La educación expandida*. Cursos de verano. MECD. UIMP13. educaLAB (2013) INTEF.

En los últimos años, el número de estos espacios de creación e innovación no ha parado de crecer por todo el mundo. Particularmente, después de que algunos países hubieran visto en este modelo no solo una oportunidad para impulsar la economía del país, sino también una vía de modernización de su sistema educativo y social. Un síntoma que, bajo nuestro criterio, no será más que un reflejo de un nuevo paradigma de conocimiento, complejo y cambiante, que ha llevado a muchas personas a poner en cuestión un sistema educativo basado en la separación histórica entre ciencias y humanidades. Una situación que consideramos resultará ser muy beneficiosa para nuestro objeto de estudio. Entre otros motivos, porque de manera habitual en estos espacios participarán diferentes artistas, diseñadores o investigadores vinculados a la apertura y desarrollo del campo de investigación de los e-textiles²²⁸. Además, porque como vendríamos argumentando, estos espacios para la innovación digital estarían siendo adoptados por las artes.

228 La autora de este estudio entre el 2014 y el 2015 fue la responsable de coordinar el grupo Nuevos Artesanos en el Laboratorio Ciudadano Hirikilabs perteneciente al centro de cultura contemporánea Tabakalera de la ciudad de Donostia. Durante este periodo, y con el objetivo de impulsar una comunidad local activa de makers y hackers vinculada al laboratorio ciudadano idea y coordina el formato de presentaciones “How To Make” <https://www.tabakalera.eu/es/how-to-make> Febrero 2017

2.2. De la estética del ciberpunk a los e-textiles y la tecnología vestible DIY

Desde un punto de vista investigativo, el campo de los e-textiles se entiende como un área multidisciplinar. En este sentido, se puede decir que este campo que representa la yuxtaposición de la alta y la baja tecnología, se sitúa en la intersección de la moda, el diseño industrial, el diseño de muebles, la ciencia computacional, el diseño de interacción y el arte de los nuevos medios, entre otros. Como argumentaremos a continuación, en los últimos años, este campo que deriva de las investigaciones en el terreno de la tecnología vestible estaría ofreciendo múltiples oportunidades entre disciplinas. Tal y como indica Küchler:

En este campo nos encontramos con químicos, físicos, biólogos, científicos de materiales, informáticos, especialistas en textiles y artistas que también participan en el desarrollo de este campo emergente²²⁹.

Si nos centramos en sus orígenes y evolución, desde la invención de la primera tecnología vestible de la historia²³⁰ se puede decir que la comunidad que ha estado investigando en este ámbito siempre se ha situado en torno a laboratorios o centros de investigación. Sin embargo, en los años 60, tras el auge de la revolución industrial, muchas de estas primeras investigaciones saldrán a la luz inspirando a toda una generación de personas que comenzarán a interesarse por la relación que existe entre la tecnología y la apariencia exterior. De hecho, en el año 1968 en el *Museum of Contemporary Craft* de Nueva York, se llevarán a cabo una serie de exposiciones bajo esta temática. Entre los participantes de estas exposiciones destacamos el trabajo de la diseñadora Diana Dew y su línea de ropa con tecnología²³¹. Ahora bien, conviene aclarar cómo esta relación entre la tecnología y la moda no es particularmente nueva. A principios del siglo XIX también nos la encontramos cuando aparece el telar de Jacquard²³².

229 Küchler, Susanne, *Technological materiality: beyond the dualist paradigm*. Theory, culture & society, 25(1). (2008). p.102.

230 El reloj de bolsillo Introducido en 1980 fue el primer accesorio que se encuadra dentro de este concepto. Rhodes, Bradley, *A Brief History of Wearable Computing*, MIT. Wearable Computing Project. (1997)

231 Cunningham, Patricia Anne y Voso Lab, Susan, *Dress and Popular Culture*. Popular Press. (1991), p.101.

232 El telar de Jacquard es un telar mecánico inventado por Joseph Marie Jacquard en 1801

Ya en la década de los 90, después de un parón durante unos años en esta área de conocimiento, comenzarán a surgir nuevas teorías y estudios desde diferentes campos del saber. Tras la aparición del primer ordenador, muchos científicos y tecnólogos, empezarán a investigar y desarrollar nuevas tecnologías vestibles. Al igual que sucedió con Internet, estas aproximaciones, se centrarán principalmente en la investigación de ropa militar, deportiva o dispositivos médicos portátiles. En esta época, la ideología del ciberpunk, que ya se habría interesado por la fusión de la máquina con el ser humano, será muy importante e inspiradora para la concepción y el desarrollo de estas tecnologías. En efecto, estas tecnologías vestibles, se entenderán como dispositivos capaces de comunicarse con el cuerpo e integrarse en su movilidad, permitiendo además la conexión con otros cuerpos.



Steve Mann y su equipo. *MIT Wearable Computing Project* (1993).

Durante este periodo, el *MIT Media Lab* del Instituto Tecnológico de Massachusetts, *Starlab* y *Philips Research* serán de las pocas compañías interesadas en integrar tecnologías interactivas en la ropa²³³. En el *MIT Media Lab* destacamos especialmente el equipo formado por Steve Mann, Thad Starner y Sandy Pentland. Particularmente, porque este grupo comenzará a estudiar cómo incorporar el hardware del ordenador en el cuerpo

233 Quinn, Bradle, *Techno Fashion*. Berg Publishers,(2003).

con el objetivo de desarrollar lo que ellos denominaron “*wearable computers*”²³⁴. Entre sus primeros intentos, nos toparemos con unos prototipos que resultarán muy poco confortables y, hasta cierto punto, aparatosos, mostrando una falta de cuidado estético. Estos prototipos, que fácilmente se pueden identificar con estéticas muy cercanas a los ciborg, serán meramente funcionales y, a menudo, poco atractivos o ponibles²³⁵. Básicamente debido a que para su realización se utilizarán múltiples *displays*, dejándose entrever los cables y los sensores. En opinión de la pionera en el ámbito de los e-textiles Joana Berzowska, en este periodo, aunque la tecnológica vestible y los ordenadores se encuentran ya en un estado de investigación avanzado, todavía no puede decirse que sean vestibles²³⁶.

De forma gradual, en torno a estas investigaciones comenzará a surgir un interés por mejorar la apariencia de estos prototipos y su atractivo estético. Cronológicamente, esto coincidirá en el tiempo con el momento en que el teórico Marc Weiser acuña el término “*ubiquitous computing*”²³⁷, haciendo referencia a un contexto en el que la informática se integra de tal modo que “desaparece”. Tal y como explica Weiser:

Durante treinta años la mayor parte del diseño de interfaces ha seguido la línea de la máquina ‘espectacular’. Su gran ideal es convertir al ordenador en algo tan excitante, tan maravilloso, tan interesante, que nunca queramos prescindir de él. Una idea menos seguida es la que yo llamo ‘invisible’, cuyo gran ideal es que el ordenador se convierta en algo tan incorporado, tan adaptable, tan natural, que podamos usarlo sin siquiera pensar en él (a esta noción la he llamado también Computación Ubicua y he situado su origen en el postmodernismo)²³⁸.

234 Mann, Steve, *Smart Clothing: The Wearable Computer and WearCam*. In Personal Technologies, Vol.1 No.1 Springer-Verlag, Berlin,(1997)

235 Mann, Steve y otros, *Cyborg: Digital destiny and human possibility in the age of the wearable computer*. Canada: Doubleday. (2001)

236 Berzowska,Joanna y Bromley, Marguerite.*Soft computation through conductive textiles*.International Foundation of Fashion Technology Institutes Conference, 2007 (IFFTI '07)

237 Weiser, Mark, *The Computer for the 21st Century*. Scientific American, September (1991) 265(3) pp.94-104.

238 Weiser, Mark,*The world is not a desktop*. ACM Interactions (1994), pp 7-8.

Como consecuencia, tras el auge de las tecnologías ubicuas, surgirá poco a poco una generación de investigadores que se comenzará a interesar particularmente por ámbitos cómo la exploración del cuerpo humano, la interacción social o los estados emocionales o cognitivos²³⁹. Estas investigaciones irán apartándose poco a poco del concepto y estética del ciborg, surgiendo una nueva disciplina denominada diseño de interacción²⁴⁰. Esta disciplina se centrará básicamente en aspectos estéticos, en la comunicación y en la creación de nuevas experiencias de usuario²⁴¹. En opinión de la teórica Susan Elizabeth Ryan esto coincidirá en el tiempo con un incremento en el número de mujeres dentro de programas de ingeniería como el *MIT Media Lab*²⁴². Estas mujeres, que tendrán formación en distintas áreas de las humanidades, aportarán claramente una nueva perspectiva, demostrando una gran sensibilidad en el ámbito estético. Para Moriwaki:

El hecho de que exista esta predominación femenina en la creación de *wearables* es un fenómeno inusual e interesante ya que supone un cambio en los roles dentro de las prácticas asociadas a la tecnología, así como, representa una puerta de acceso para la participación de la mujer en su discurso²⁴³.

Particularmente, destacamos en el *Media Lab MIT* el trabajo de las artistas Maggie Orth y Rehmi Post. En este periodo, estas mujeres comenzarán a explorar nuevas opciones sobre cómo poder integrar dispositivos tecnológicos a través del uso de novedosos materiales flexibles y conductivos, lo que les permitirá obtener resultados mucho más visuales y estéticos²⁴⁴. Estas pioneras utilizarán en sus investigaciones textiles e hilos conductores de electricidad, en lugar de cables. También utilizarán pigmentos que cambian de color en sus proyectos. Además, crearán nuevas técnicas para bordar circuitos electrónicos al

239 La investigación de la interacción humano-ordenador (HCI, por sus siglas en inglés) abarca un amplio abanico de prácticas, desde el desarrollo de interfaces en pantalla al diseño de servicios y productos físicos.
240 Winograd, Terry, *The Design of Interaction*, En Peter Denning and Bob Metcalfe (eds.), *Beyond Calculation, The Next 50 Years of Computing*, Springer-Verlag, (1997).

241 Crawford, Chris *The art of interactive design*. No Starch Press (2002)

242 Ryan, Susan Elizabeth *Wearable Technology Art? What is Wearable Technology Art?* Intelligent Agent 8.1 Social Fabrics. Ryan pp.2-6

243 Moriwaki, Katherine, *Wearables, Fashion and Technology: Female innovators at the intersection of emerging cross-disciplinary practice*. En "Mujer Arte y Tecnología en la Nueva Esfera Pública" (Woman, Art and Technology in the New Public Realm)/ Polytechnic University of Valencia (2010) p.45.

244 Post, Rehmi y Orth, Maggie, *Smart Fabric, or "Wearable Clothing"*. First International Symposium on Wearable Computers (1997) pp.167-168.

textil, destacando la aparición del término “E-Broidery” ²⁴⁵ acuñado por Orth. Entre los diversos proyectos que realizaron juntas destacamos *Firefly Dress and Necklace* o *Musical Jacket* ²⁴⁶. En cualquier caso, un dato muy importante es que el proceso y desarrollo de todas estas investigaciones las documentarán con todo detalle en publicaciones académicas. Como explica la profesora Moriwaki:

Los trabajos realizados por Orth y sus colaboradores determinaron un nuevo modelo de como documentar el proceso creativo, ya que estas registraban la fabricación de sus propios *soft electronics*, sentando las bases para que otras personas los pudieran utilizar, y por consiguiente, dando la posibilidad a esta gente de desarrollar su propia técnica para poder construir y coser elementos electrónicos dentro de los tejidos²⁴⁷.



Descripción de los componentes tecnológicos de la *Musical Levi's Jackets*. MIT (1998).

245 Orth, Maggie y otros. *E-broidery: Design and Fabrication of Textile-Based Computing*. IBM Systems Journal , Vol 39 (2000) pp.840-859..

246 Orth, Maggie y otros, *Musical jacket*. In SIGGRAPH '98: ACM SIGGRAPH 98 Electronic art and animation catalog, ACM Press. New York, NY, USA, (1998), p.38.

247 Moriwaki, Katherine, *Wearables, Fashion and Technology: Female innovators at the intersection of emerging cross-disciplinary practice*. En “Mujer Arte y Tecnología en la Nueva Esfera Pública” (Woman, Art and Technology in the New Public Realm)/ Polytechnic University of Valencia (2010) p.45.

Esta apertura de información, provocará en ese momento una apertura del campo de los e-textiles. De hecho, en poco tiempo nos toparemos con una proliferación de proyectos muy visionarios particularmente desarrollados por mujeres que, al igual que sus predecesoras, también documentarán su trabajo. Bajo este panorama, en el *MIT Media Lab* destacamos el trabajo de Joana Berzowska que mostrará un gran interés por investigar en el ámbito de los e-textiles. Especialmente, para diseñar ropa inteligente y para vincularla al contexto social. Para ello, en sus proyectos utilizará novedosos materiales como fibras y lanas conductoras de electricidad, tintas electrónicas o nitinol²⁴⁸, entre otros. También destacamos a Elise Co, otra visionaria que comenzará a interesarse especialmente por el ámbito de la moda y la tecnología. Además de este trabajo, realizará algunas experimentaciones en papel con tinta electroluminiscente, pintura conductora de electricidad y circuitos, obteniendo trabajos muy visuales y artísticos. Según Moriwaki:

En el caso de Elise Co, la atención del trabajo no solo se centró en tratar de convertir el ordenador en algo “soft” o en reemplazar los cables por telas e hilos conductivos, sino en la construcción de prendas de ropa que representen la expresión propia de la persona que las viste. Trabajos como “Garment Chimerical”, “Halo”, y “Puddlejumper”, son ejemplos de impermeables en los cuales se utiliza una amplia gama de sensores y *displays*, y cuyos elementos pueden ser combinados de un modo creativo²⁴⁹.

En este escenario, empezará a surgir una nueva visión y a proponerse nuevas prácticas dentro del mundo de la moda. Paulatinamente, aparecerán las primeras consultorías y empresas dirigidas a comercializar especialmente proyectos de moda y tecnología. Así, destacamos *3lectromode*²⁵⁰, *Cute Circuit*²⁵¹, *Studio 5050*²⁵² o la empresa *Lost Values*²⁵³, esta última creada por la española Elena Corchero. Bajo este marco, prestigiosos diseñadores de moda como Hussein Chalayan comenzarán también a incorporar una

248 Berzowska, Joanna, *Memory Rich Clothing: Second Skins that Communicate Physical Memory*. Proceedings of the 5th conference on Creativity & Cognition, ACM Press, New York (2005).

249 Moriwaki, Katherine, *Wearables, Fashion and Technology: Female innovators at the intersection of emerging cross-disciplinary practice*. En “Mujer Arte y Tecnología en la Nueva Esfera Pública” (Woman, Art and Technology in the New Public Realm)/ Polytechnic University of Valencia (2010) p.45.

250 <http://3lectromode.com/> Febrero 2017

251 <https://cutecircuit.com/> Febrero 2017

252 https://www.5050ltd.com/what_we_do.php Febrero 2017

253 <https://shop.lostvalues.com/> Febrero 2017

gran cantidad de tecnologías en sus desfiles. Igualmente, surgirán nuevos productos de consumo masivo como por ejemplo las gafas de Google.

Es interesante destacar cómo poco a poco empezarán a aparecer nuevas definiciones para referirse a estas prácticas relacionadas con el ámbito de los e-textiles y la tecnología vestible, surgiendo del cruce de disciplinas nuevos términos tales como *Computational Fashion*, *Soft Computation*, *E-textile Craft*, *Wearable Technology Art*, *Fashionable Technology* o *DIY Wearable Tech*, entre otros. A partir de este momento, podemos decir también que comenzarán a proliferar blogs y libros especializados en esta área que incluyen tutoriales DIY. Por ejemplo destacamos *Fashion Geek*²⁵⁴ publicado por Diana Eng, *Switch Craft: Battery-Powered Crafts to Make and Sew* por Alison Lewis²⁵⁵, *Fashioning Tech*²⁵⁶ publicado por Syuzi Pakhchyan, o más recientemente, *Fashion and Technology* publicado por Aneta Genova y Katherine Moriwaki²⁵⁷.

Especialmente, con el auge de la cultura maker y la Web 2.0, se experimentará un avance muy importante en el desarrollo tecnológico del área multidisciplinar de los e-textiles. Tal y como explicaremos a continuación, se producirá una apertura aún mayor en este complejo e inaccesible campo de estudio. Bajo nuestro entendimiento, este nuevo paradigma coincidirá en el tiempo con el desarrollo de áreas de investigación como la tecnología vestible, la computación ubicua o el Internet de las cosas entre otras. Este contexto, ofrecerá muchas direcciones divergentes de investigación aptas para todo tipo de públicos. De hecho, esta situación será muy favorable para que aparezcan nuevos materiales y posibilidades creativas en la electrónica DIY aplicada a proyectos de danza, ópera, performance o teatro²⁵⁸. Además, para que se comiencen a diseñar nuevos contextos formativos y educativos vinculados al ámbito de la moda y la tecnología.

254 Eng, Diana, *Fashion Geek: Clothes Accessories Tech* Capricorn Link, (2009).

255 Lewis, Alison y Lin, Fang-Yu *Switch Craft: Battery-Powered Crafts to Make and Sew*. (2008).

256 Syuzi es experta en tecnología vestible y la autora del libro *Fashioning Tech*, el primer libro DIY que existió en el mercado sobre materiales inteligentes y e-textiles aplicados a campo de la moda y la decoración. Pakhchyan, Syuzi, *Fashioning technology a DIY intro to smart crafting*. Sebastopol, Calif: Make: Books.(2008)

257 Este libro incluye una imagen de un circuito en papel realizado por la autora de este estudio en el capítulo II. *How to design with electronics*. Genova, Aneta y Moriwaki, Katherine, *Fashion and Technology. A guide to materials and applications*, Fairchild Books (2016).

258 Destacamos el curso de iniciación a los e-textiles y a la tecnología vestible como parte del panel “Nuevas tecnologías: herramientas emergentes en las artes escénicas”, impartido por la autora de este estudio dentro del Festival de Teatro y Danza Festival de Teatro y Danza Contemporánea de Bilbao, BAD 2016. Este taller fue fruto de la cooperación entre el festival y ESKENA, Asociación de Productores Escénicos de Euskadi, y en colaboración con la Asociación de Técnicos de las Artes Escénicas, ATAE.

Así, por ejemplo, destacamos en el año 2014 el proyecto Bilbao Fashion Tech Lab²⁵⁹, impulsado por el Ayuntamiento de Bilbao a través de la sociedad municipal Bilbao Ekintza, que tendrá como objetivo conectar los sectores de la moda y la tecnología en la ciudad de Bilbao. Este proyecto, contará con la participación de la autora de este estudio, quien se encargó personalmente de diseñar y dirigir el programa *Five Prototypes*. Durante nueve meses, como parte de este proyecto, sus funciones fueron dar apoyo y formación a diseñadores y empresas locales del sector de la moda en el ámbito de la tecnología vestible. Igualmente, diseñar e impartir una serie de talleres divulgativos de iniciación al campo de los e-textiles en diferentes escuelas y universidades de la ciudad²⁶⁰.

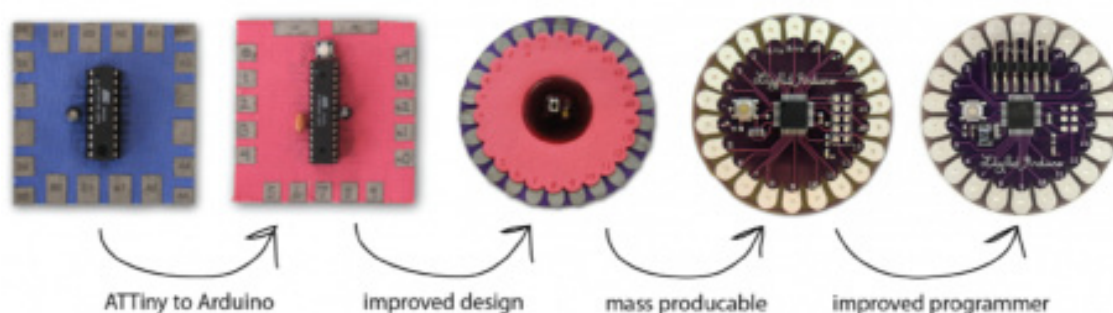
Finalmente, un concepto a tener en cuenta es cómo estas prácticas, que surgen de las conexiones entre la moda, el arte, la ciencia y las nuevas tecnologías, inspirarán enormemente a toda una generación de artistas de los nuevos medios. Esta situación la explicaremos con más detenimiento en el tercer capítulo, puesto que también afectará a la apertura y democratización del campo de los e-textiles.

259 Para la presentación de los proyectos se organizó el evento "*Fashion and Future*" que contó con la presencia de Aneta Genova y Katherine Moriwaki profesoras de la *Parsons The New School of Design*. <http://www.bidc.eus/bilbao-fashion-future-conference/> Febrero 2017

260 Los talleres divulgativos de iniciación a los e-textiles se impartieron en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao, la Facultad de Bellas Artes de la UPV/EHU y en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto.

2.2.1. E-textile toolkits, Web 2.0 y la liberación de los circuitos

Como venimos explicando, tras el cambio de milenio, nos toparemos con una apertura en las investigaciones del campo de los e-textiles. Así pues, esta apertura se verá acelerada especialmente a partir del año 2006 cuando la visionaria Leah Buechley lanza al mercado la placa de código abierto Lilypad Arduino²⁶¹. El objetivo de Buechley creando este microcontrolador será democratizar el campo de la computación ubicua. En opinión de esta pionera, la computación es una herramienta de empoderamiento, y considera que es un tema de vital importancia que todos los usuarios tengan control sobre la tecnología²⁶².



Evolución de la placa Lilypad Arduino diseñada por Leah Buechley (2006).

Esta placa de bajo coste, que estará inspirada por las teorías del construccionismo de Seymour Papert, formará parte de un *toolkit* mucho más completo que consistirá en un set de módulos que permite construir a los usuarios proyectos interactivos cosiendo microcontroladores, sensores o actuadores a través de materiales como el hilo conductor²⁶³. Como argumentaremos, a partir de su lanzamiento la existencia de este microcontrolador favorecerá tanto el desarrollo como el avance de las investigaciones del ámbito de los e-textiles²⁶⁴.

²⁶¹ Buechley, Leah, *Lilypad arduino: E-textiles for everyone*. Buechley, Leah y otros, *Textile Messages: Dispatches from the World of E-Textiles and Education*. Academic Press. (2013).

²⁶² Buechley, Leah y Hil, Benjamin, *LilyPad in the Wild: How Hardware's Long Tail Is Supporting New Engineering and Design Communities*. Proc. 8th ACM Conf. Designing Interactive Systems (DIS 10), ACM (2010) pp.199-207.

²⁶³ Buechley, Leah y otros, *Quilt Snaps: A Fabric Based Computational Construction Kit*. In Proceedings of IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE), Tokushima, (2005)

²⁶⁴ En el mismo periodo que se crea la placa Lilypad Arduino, también existirán otras plataformas enfocadas a la creación de e-textiles. No obstante, estas no serán de código abierto como por ejemplo i*CATch, Fabrickit o Aniomagic kit.

Básicamente esta placa, que fue diseñada primeramente con el objetivo de explicar a jóvenes audiencias, especialmente mujeres, cómo construir textiles electrónicos²⁶⁵, tendrá también una gran acogida por parte de la comunidad de artistas y diseñadores. Como veremos en próximos capítulos, en poco tiempo se convertirá en una importante herramienta artística y educativa. Especialmente, porque permitirá a todo tipo de usuarios crear proyectos de electrónica vestible DIY y realizar distintas investigaciones vinculadas al ámbito de los e-textiles. En todo caso, esta situación, favorecerá la exploración e investigación de nuevas técnicas que permitan la integración de la electrónica en todo tipo de materiales flexibles como por ejemplo el papel²⁶⁶.

En poco tiempo, esta situación provocará que materiales básicos necesarios para integrar la electrónica en textiles que ya existían desde hace más de 1000 años²⁶⁷, comiencen a tener más uso y demanda. En efecto, cada vez será más común encontrar materiales inteligentes que reaccionan a la corriente eléctrica, o incluso con memoria. Además, empezarán a proliferar en el mercado novedosos materiales conductores de electricidad, y nuevos diseños de plataformas y herramientas abiertas de bajo costo específicas para trabajar en entornos educativos y aptas para el ámbito de los e-textiles, como por ejemplo la placa Flora de la empresa Adafruit²⁶⁸.

Tras la democratización de todas estas herramientas y la aparición de estos nuevos materiales, comenzarán a multiplicarse en la red innumerables recursos, documentación y proyectos relacionados con los e-textiles. Esta situación se verá favorecida por un contexto cultural en el que, la intersección entre la producción digital y física, se propone gracias a la emergencia de la Web 2.0 y el movimiento maker. Así bien, el impulso más importante de esta tendencia de compartir este conocimiento en la red, será llevado a cabo por el

265 Buechley, Leah y otros, *Towards a Curriculum for Electronic Textiles in the High School Classroom*. In Proceedings of the Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITICSE), Dundee, Scotland, (2007).

266 Por lo general, se utiliza el término *soft circuits*, *digital paper craft* o *paper circuit* para referirse a los circuitos electrónicos que se integran en papel, aunque no necesariamente .

267 Harris, Jennifer, *Textiles 5,000 Years: An International History and Illustrated Survey*, New York, NY USA.H.N. Abrams,(1993).

268 Además del microcontrolador Flora Arduino, creado por Fried Limor destacamos las placas Makey Makey creado por Jay Silver y Eric Rosenbau, Touch Board de la empresa Bare Conductive o Micro:bit, entre otras. Es importante destacar que el uso de estas herramientas también se puede adaptar al campo de los e-textiles.

grupo de investigación *High-Low Tech* del *Massachusetts Institute of Technology*. Este grupo dirigido por Leah Benchley estará en activo entre el año 2009 y el año 2013, realizando numerosas investigaciones y proyectos en el ámbito de los e-textiles, que se publicarán en la red bajo licencias abiertas. Según su descripción de la web:

High-Low Tech, un grupo de investigación en el Media Lab del MIT, integra materiales, procesos y culturas de alta y baja tecnología. Nuestro principal propósito es involucrar diversos tipos de públicos en el diseño y construcción de sus propias tecnologías situando la computación en nuevos contextos culturales y materiales, y mediante el desarrollo de herramientas que democratizen la ingeniería. Creemos que el futuro de la tecnología estará enormemente determinada por los usuarios finales que diseñarán, construirán y hackearán/modificarán sus propios artefactos, y nuestro objetivo es inspirar, dar forma, soporte y estudio a esas comunidades. Con tal fin, exploramos la intersección de la computación, materiales físicos, procesos de manufacturación, artesanías y manualidades tradicionales y diseño²⁶⁹.

Es necesario advertir, que durante el periodo de actividad de este grupo, todos sus alumnos han sido grandes pioneros en diseñar herramientas de código abierto o metodologías DIY que permiten bajar las barreras tecnológicas y acercar la computación a todos los públicos. De los estudiantes que formaron parte de este grupo, destacamos el trabajo de Jie Qi, cuyos estudios se centraron especialmente en determinar nuevas formas expresivas y creativas en la integración de los circuitos en papel²⁷⁰. Esta pionera utilizará nuevos materiales tecnológicos como el adhesivo de cobre, telas, hilos y pinturas conductoras de electricidad, que integrará especialmente en papel, para explorar y crear circuitos expresivos.

269 <http://highlowtech.org/> Febrero, 2017

270 Qi, Jie *The Fine Art of Electronics: Paper-based Circuits for Creative Expression*, MIT MS Thesis, USA, 2012.



Electronic Popables. Jie Qi (2010).

También destacamos las guías de facilitación a la electrónica diseñadas para niños y niñas de Emily Marie Lovell. En estas guías²⁷¹, que están disponibles para ser descargadas en Internet, se explica paso a paso cómo integrar circuitos en textiles. Asimismo, el TinyProgrammer de código abierto diseñado por David Mellis y las investigaciones de Hannah Perner-Wilson sobre la creación de diferentes técnicas y metodologías para la creación de sensores textiles²⁷². Esta última, como parte de estos estudios, también desarrollará una serie de tutoriales donde explorará diferentes procesos y prácticas DIY para la integración de la artesanía y la electrónica²⁷³.

En todo caso, estas investigaciones se complementarán alrededor del mundo por otras personas, que con inquietudes creativas, igualmente comenzarán a investigar y contribuir al desarrollo del campo de conocimiento de los e-textiles generando gran cantidad de

271 Lovell, Emily, *A Soft Circuit Curriculum to Support Technological Self-Efficacy*, MIT MS Thesis, USA, 2011.

272 Perner-Wilson, Hannah y otros, *Handcrafting textile interfaces from a kit-of-no-parts*. In *TEI '11*, Tangible and Embedded Interaction Conference, ACM (2011) pp.61–68.

273 Perner-Wilson, Hannah, *A Kit-of-No-Parts*, MIT MS Thesis, 2011

prácticas y contenidos para la educación no formal en este campo. Dentro de este marco, nos toparemos, metafóricamente hablando, ante una liberación en la construcción de los circuitos. De hecho, con el auge del movimiento maker, observaremos cómo se comenzarán a documentar cada vez con más frecuencia proyectos vinculados a este campo a través de videotutoriales, blogs, webs, redes sociales o en plataformas especializadas, como por ejemplo la plataforma Instructables²⁷⁴. Como citaremos en el próximo capítulo, será habitual que, muchas de estas personas entre las que nos encontraremos artistas, impartan talleres o diseñen sus propias actividades educativas DIY. Para Moriwaki, en general, algunas de estas personas, no tendrán un entendimiento claro sobre la historia de los e-textiles. En sus palabras:

Muchas de las técnicas desarrolladas para integrar estos materiales dentro de la ropa ya han sido publicados en profundidad en textos, pero la clave del proceso de creación DIY permite un mayor grado de apertura y transparencia a la hora de crear, así como un énfasis en la idea de poder trabajar a partir de módulos reutilizables reproducibles y modificables ya contruidos por otros²⁷⁵.

En relación con este último aspecto, en poco tiempo comenzarán a surgir con fuerza otra vez nuevos términos vinculados al ámbito de los e-textiles, como por ejemplo *Soft Circuits*, *Soft Circuitry*, *E-textile Craft*, *Electro-textiles* o *Textiles Interactivos*, entre otros. Todos estos términos, siempre harán referencia a una nueva forma de construir circuitos electrónicos donde se utilizan materiales blandos, como pinturas o hilos. De forma especial, destacamos la labor de mujeres pioneras como Margatita Benitez²⁷⁶, Julie Boyd²⁷⁷, Lynne Bruning²⁷⁸, Becky Stern²⁷⁹, Kate Hartman²⁸⁰, LaraGrant²⁸¹, Meg Grant²⁸², Angela Sheehan²⁸³,

274 Instructables es una plataforma de la empresa Adobe que contiene tutoriales DIY para hacer prácticamente cualquier cosa en varias categorías, incluyendo una dedicada a los e-textiles.

275 Moriwaki, Katherine, *Wearables, Fashion and Technology: Female innovators at the intersection of emerging cross-disciplinary practice*. En “Mujer Arte y Tecnología en la Nueva Esfera Pública” (Woman, Art and Technology in the New Public Realm) / Polytechnic University of Valencia (2010) p.45.

276 <http://margaritabenitez.com/> Febrero 2017

277 <http://www.julieboyd.co.uk/> Febrero 2017

278 <http://www.lbruning.com/> Febrero 2017

279 <https://beckystern.com/> Febrero 2017

280 <http://www.katehartman.com/> Febrero 2017

281 <http://lara-grant.com/> Febrero 2017

282 <http://www.meggrant.com/> Febrero 2017

283 <https://softcircuitsaturdays.com/> Febrero 2017

Liza Stark²⁸⁴, Rain Ashford²⁸⁵, Constanza Piña Pardo²⁸⁶, Becca Rose²⁸⁷, Emilie Giles²⁸⁸, la española Cristina Batista²⁸⁹ o la autora de este estudio, entre otras muchas personas, que han participado y participarán activamente de las comunidades DIY, diseñando en Internet tutoriales o documentando y desvelando como han realizado sus proyectos. También, destacamos a la investigadora Catarina Mota y su plataforma de investigación abierta de materiales libres, *OpenMaterials*²⁹⁰ que nace del modelo de investigación libre Per-to-Per. Igualmente, el trabajo de las pioneras Mika Satomi y Hannah Perner-Wilson. Especialmente, impulsando proyectos tan importantes como, *E-Textile Swatch Exchange*²⁹¹ que tiene como objetivo compartir ejemplos y el conocimiento de otros creadores que trabajan en el campo de los vestibles y de los e-textiles. Además, la website *How To Get What You Want*²⁹². Este proyecto que comienza en el año 2009, busca documentar y dividir por categorías todo tipo de nuevos materiales, medios, técnicas y herramientas con descripciones de precios y dónde conseguirlos.



Turn signal biking jacket, Leah Buechley (2008).

284 <http://thesoftcircuitteer.net/> Febrero 2017

285 <https://rainycatz.wordpress.com/> Febrero 2017

286 <https://constanzapina.wordpress.com/tecnologia/wearables/> Febrero 2017

287 <http://beccarose.co.uk/> Febrero 2017

288 <http://www.emiliegies.co.uk/> Febrero 2017

289 <https://ohvillo.wordpress.com/> Febrero 2017

290 <http://openmaterials.org/> Febrero 2017

291 <http://etextile-summercamp.org/swatch-exchange/> Febrero 2017

292 <http://www.kobakant.at/DIY/> Febrero 2017

Como explicaremos en el próximo capítulo, toda esta documentación e información se convertirá en pocos años en una pieza clave para que los educadores puedan construir experiencias educativas transversales²⁹³. Básicamente, por la transparencia y apertura que ofrecen estas prácticas ²⁹⁴, también se comenzarán a señalar como importantes para formar y enseñar a toda una generación de creadores, y no sólo de consumidores. En opinión de los teóricos De Hod Lipson y Melba Kurman, esto será posible porque los consumidores de hoy en día esperan ser capaces de hacer ellos mismos sus propios artículos y productos digitales²⁹⁵.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, propuestas como las del teórico y profesor Matt Ratto, que defiende métodos y prácticas de diseño abierto y el “*critical making*” ²⁹⁶, tomarán en cuenta el ámbito de los e-textiles. Por su parte, teóricas en la investigación de los e-textiles aplicados a la educación como Kafai y Pepper, comenzarán a señalar en sus investigaciones este campo de estudios como una herramienta eficaz para la construcción de un pensamiento crítico. Ambas expertas, en su texto *Transparency Reconsidered: Creative, Critical and Connected making with e-textiles* explicarán cómo las prácticas vinculadas a los e-textiles aplicadas a la educación no son sólo útiles para atraer a todo tipo de públicos a la informática y la electrónica, sino que también ofrecen transparencia para aproximarse al “*critical design*”²⁹⁷. Asimismo, favorecen el desarrollo y diseño de nuevos contenidos que impulsen ámbito de las disciplinas STEM²⁹⁸. Una situación que explicaremos con mayor detenimiento a continuación

293 Peppler, Kylie, *A Review of E-Textiles in Education and Society*. En : Guzzetti, B., & Lesley, M. *Handbook of Research on the Societal Impact of Digital Media*, Hershey, PA: IGI Global. (2015)

294 En Junio del 2008 el tutorial “*turn signal biking jacket*” diseñado por Leah Buechley aparece en la plataforma instructables, convirtiéndose en el primer e-textile kit creado para el consumo del mercado. <https://www.instructables.com/id/turn-signal-biking-jacket/> Febrero 2017

295 Lipson, Hod y Kurman, Melba, *Fabricated: The New World of 3D Printing*. Indianapolis, En: John Wiley & Sons, (2013).

296 “*Critical making*” es un término acuñado por e profesor de Facultad de Información de la Universidad de Toronto Matt Ratto en 2008. Este término hace referencia a actividades manuales relacionadas con las tecnologías digitales que conectan con la sociedad.

Ratto, Matt, *Open Design and Critical Making*. The Netherlands: BIS Publishers, (2011)

297 El “*Critical design*” fue popularizado por Anthony Dunne y Fiona Raby a través de su empresa, Dunne & Raby, y consiste en diseñar artefactos concebidos para cuestionarse la cultura del consumo. Tanto el artefacto como el propio proceso de diseño del mismo busca provocar la reflexión sobre los valores, las costumbres y las prácticas culturales asociadas a su uso cotidiano. Se propone a través de la provocación desafiar las ideas preconcebidas.

298 Kafai, Yasmin y Peppler, Kylie, *Transparency Reconsidered: Creative, Critical and Connected making with e-textiles*. En: Boler, Megan y Ratto, Matt, *DIY citizenship. Critical Making and Social*. MIT Press, Cambridge, MA (2013) pp.180-186.

2.3. El auge de los e-textiles para una educación STEAM

Desde la década de los 70, alrededor del mundo se viene hablando de la necesidad de revisar y sincronizar los enfoques de formación para alfabetizar de una forma interdisciplinaria en todos los niveles de la educación. Según explica el experto Juan Freire, el cómo transformar la educación y nuevas experiencias de innovación educativa se ha convertido en los últimos años en objeto de intensos debates e investigaciones²⁹⁹. Así pues, nos toparemos con la necesidad de una transformación total de los principios y procesos de la educación, generada por los nuevos desafíos a los que nos enfrentamos de forma cada vez más acelerada por las innovaciones en ciencia y en tecnología. De hecho, tal y como explicaremos a continuación, el campo de estudios de los e-textiles se comenzará a considerar como favorable para poder reflexionar sobre este debate.

En este escenario, se propondrá el pensamiento computacional para promover nuevas formas de pensar en una época cada vez más digital. Una nueva forma de pensamiento que surge alrededor del año 2006, cuando la teórica Jeannette Wing³⁰⁰ defiende en sus estudios cómo este pensamiento tendría que ser incluido en la formación de todos los niños y niñas. Para ello, esta autora argumenta que el pensamiento computacional representa un elemento vital del aprendizaje de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Según Wing:

(...) El Pensamiento computacional es un enfoque para la solución de problemas, construcción de sistemas, y la comprensión del comportamiento humano que se basa en el poder y los límites de la computación. Si bien, el PC ya ha comenzado a influir en muchas disciplinas, desde las ciencias de las humanidades, lo mejor está aún por venir. De cara al futuro, podemos anticipar incluso efectos más profundos del pensamiento computacional en la ciencia, la tecnología y la sociedad. Entretanto, se llevarán a cabo nuevos descubrimientos, habrá innovación y las

299 Freire, Juan, *Cultura digital y prácticas creativas en educación*. UOC. Barcelona: Revista de universidad y sociedad del conocimiento. RUSC, Vol. 6, No. 1 (2009), pp.1-5.

300 Wing, Jeanette, *Research Notebook: Computational Thinking – What and Why?*. School of Computer Science at Carnegie Mellon University (2011), pp 33-35.

culturas evolucionarán³⁰¹.

Al respecto, es importante mencionar, cómo las raíces de este pensamiento y su concepto ya habría sido puesto en práctica en los años 80 por Seymour Papert³⁰², el a su vez inventor del famoso programa para niños LOGO³⁰³ y fundador del laboratorio de inteligencia artificial en Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT. Papert, junto a Mitchel Resnick y otros compañeros, desarrollará una serie de colecciones de herramientas modulares³⁰⁴ especialmente diseñadas para iniciar a los niños sin experiencia en la programación y la ingeniería. Como parte de estas observaciones, Seymour desarrolló una teoría de la educación denominada construccionismo, basada en la teoría del aprendizaje constructivista creada por el psicólogo Jean Piaget. Según Papert:

He adaptado la palabra construccionismo, para referirme a todo lo que tiene que ver con hacer cosas y especialmente con aprender construyendo, una idea que incluye la de aprender haciendo, pero que vas más allá de ella³⁰⁵.

Esta teoría afirmaba que las personas construyen el conocimiento, es decir, construyen un sólido sistema de creencias, a partir de su interacción con el mundo. En sus estudios, Papert defenderá la teoría de aprendizaje del construccionismo como una potente herramienta de diseño para la transformación de una educación con actividades pasivas, a una educación activa. Para este pionero, la proyección de la intuición y de las ideas resulta ser una parte importante para el aprendizaje. En su opinión:

El objetivo principal de la educación en las escuelas debe ser la creación de hombres y mujeres que son capaces de hacer cosas nuevas, no simplemente repetir lo que otras generaciones han hecho, hombres y mujeres que son creativos, inventivos y

301 *Ibidem*

302 Papert, Seymour. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York. Basic Books. (1980)

303 Mitchel, Resnick y otros, *Lego, Logo and Design*. Children's Environments Quarterly Vol. 5, No. 4, Children and Interactive Electronic Environments (Winter 1988), pp.14-18.

304 Resnick, Michael y Silvermani Brian. *Some Reflections on Designing Construction Kits for Kids*, Proc. 2005 Conf. interaction Design and Children (IDC 05), ACM, (2005) pp.117-122.

305 Papert, Seymour. *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. Harvester Wheatsheaf. (1999) p.143.

descubridores pueden ser críticos y verificar y no aceptar todo lo que se le ofrece³⁰⁶.

En la actualidad, la defensa del pensamiento computacional, se ha destacado como un nuevo dominio que intenta articular un conjunto de habilidades específicas y actitudes de aprendizaje STEM³⁰⁷ o STEAM³⁰⁸. Básicamente, porque en estos momentos el pensamiento computacional abarca a su vez otras áreas de pensamiento como el “*system thinking*”³⁰⁹, el “*design thinking*”³¹⁰ o la resolución de problemas, posicionándose como modo de pensar esencial. En esta línea, las prácticas del diseño serán centrales como punto de acceso a esta nueva competencia que surge de conceptos fundamentales de la informática.

Ahora bien, es importante citar que desde el año 2001, después de que diversos estudios mostrasen un gran descenso en la proporción de alumnos de los Estados Unidos en el ámbito de las disciplinas STEM, el Gobierno Federal de este país vendría fomentando especialmente este modelo educativo. Desde entonces, paulatinamente han aparecido nuevos proyectos e investigaciones, centrados en determinar cómo incluir el pensamiento computacional en el currículo educativo³¹¹. Además, se han desarrollado kits educativos DIY y propuestas de actividades que estarían principalmente centradas en la robótica utilizando por ejemplo, la plataforma Arduino, o los videojuegos, destacando el proyecto Scratch³¹², entre otros.

306 Citado de Piaget en Education for Democracy. Conference on Progressive Education, October, 1987. Weston, MA: Cambridge School

307 En los años 90, La National Science Foundation (NSF, por sus siglas en inglés), comenzó a utilizar el término “SMET” para hacer alusión a las ciencias, las matemáticas, la ingeniería y la tecnología, pero el término no tuvo mucha aceptación debido a que en su orden hacía referencia a otras cosas diferentes, por lo cual fue cambiado por el término STEM. Este término es el acrónimo en inglés de los nombres de cuatro materias o disciplinas académicas: *Science, Technology, Engineering y Mathematics* (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Desde el 2011 para los organismos estadounidenses del United States National Research Council y la National Science Foundation, estas disciplinas son consideradas fundamentales para las sociedades tecnológicamente avanzadas.

308 STEAM es el acrónimo en inglés de los nombres de cinco materias o disciplinas académicas: *Science, Technology, Engineering, Mathematics and Arts*, La A en STEAM hace referencia al arte, el diseño y la creatividad.

309 El término *system thinking*, (en castellano pensamiento sistémico) un modo de pensamiento que considera el todo y sus partes, así como las conexiones entre éstas. Este concepto se desarrolla a partir del siguiente libro: Checkland. Peter, *Systems Thinking, Systems Practice*. Published by John Wiley, Chichester, UK (1981)

310 El término *design thinking* (en castellano pensamiento de diseño) es una metodología inspirada en la resolución práctica y creativa de los problemas o cuestiones con el objetivo de conseguir un mejor resultado futuro. Como tal salió a la luz por primera vez en 1987. La primera persona que conceptualizó y masificó el Design Thinking aplicado a los negocios fue Tim Brown, profesor de la escuela de Ingeniería de Stanford University y CEO y presidente de IDEO en 2008.

311 Sanders, Mark, “STEM, STEM Education, STEMmania”. *Technology Teacher*, 68(4), pp.20-26. (2009).

312 Scratch, es un entorno de programación para niños insp desarrollado por el grupo «Kindergarten» del MIT. Scratch está inspirado tanto en el lenguaje de programación como en la filosofía de aprendizaje que defendía Seymour y es de software libre y, por tanto, su descarga, instalación y uso son gratuitos



Celebración del Scratch day en el FabLab de la Universidad de Warwic (2016).

No obstante, aunque en un primer momento este enfoque sólo contemplaba las disciplinas STEM, de manera gradual también se comenzará a incorporar el arte y el diseño, mostrándose el modelo educativo STEAM³¹³. Especialmente a partir del año 2008, cuando desde *Rhode Island School of Design*, una de las principales instituciones artísticas de los Estados Unidos, surge un movimiento liderado por el visionario John Maeda denominado “*STEM to STEAM*”³¹⁴. Como explica Maeda, este movimiento defenderá la integración de arte y diseño en la educación STEM³¹⁵ y será rápidamente adoptado por muchas instituciones, extendiéndose en poco tiempo alrededor del mundo³¹⁶. En este sentido, desde el comienzo de este movimiento, se habría visto un cambio de tendencia en las acciones STEM influenciado por la inclusión del fomento del pensamiento creativo y del trabajo basado en proyectos en el ámbito educativo³¹⁷. Según Freire:

313 Maeda, John, *STEM to STEAM: The past and future of the arts, design, and the STEM fields*, (2011).

314 <http://stemtosteam.org/> Febrero 2017

315 Maeda, John, *Artists and Scientists: More Alike Than Different*. Scientific American, Julio 2013

316 En nuestro país destacamos la 1ª y 2ª Conferencia Internacional STEAM organizada por eduCaixa / Obra Social “la Caixa”, Departament d’Ensenyament de la Generalitat de Catalunya y la Fundación Telefónica.

317 Sousa, David y Pilecki, Tom, *From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts*. SAGE Publications Inc. Corwin Press (2013), pp.15-16.

Si queremos formar a personas proactivas, emprendedoras y con capacidad de liderazgo necesitamos que la creatividad, al igual que la ciencia o la tecnología, formen parte de su proceso de aprendizaje. Integrar la formación de carácter científico-técnico con el arte y la cultura constituye uno de los grandes desafíos de la hoja de ruta de la transición hacia nuevos modelos educativos³¹⁸.

Es necesario indicar, que ambos modelos educativos tendrán como objetivo garantizar la transversalidad de la enseñanza para lograr una mayor contextualización y conseguir un aprendizaje significativo. Ahora bien, el modelo de educación STEAM estará fuertemente influenciado por la aceptación del valor pedagógico del movimiento maker³¹⁹, particularmente porque defenderá el fomento del pensamiento artístico creativo y del trabajo basado en actividades más competenciales y productivas. Para Maeda:

La innovación ocurre cuando los pensadores, los que se mueven en línea recta hacia su objetivo, combinan sus fuerzas con pensadores divergentes, aquellos profesionales que se sienten cómodos estando en una zona de no confort, y que buscan lo que es real³²⁰.

En el enfoque STEAM el arte se propondrá como punto de partida para construir experiencias educativas transversales con una concepción más integral de la capacidad creativa. Ahora bien, el defender la importancia del arte en la educación no es un tema nuevo, sino que ya lleva años de intenso recorrido. Dentro de este marco de pensamiento, destacamos a John Dewey quien en el año 1987 con su libro “El arte como experiencia”³²¹ ya planteaba una nueva concepción que posibilita su integración con otras áreas del conocimiento. También, al teórico Herbet Read que en sus estudios destacaba de un modo

318 Freire, Juan y Rivela, Beatriz. *Los modelos universitarios tradicionales: Nuevas vías para un aprendizaje significativo*. Revista Sector-e (2016), p.47.

319 Halverson, Erica y Sheridan, Kimberly, *The Maker Movement in education*. Harvard Educational Review, 84(4) (2014), pp. 496-565.

320 Maeda, John, *STEM to STEAM: Art in K-12 Is Key to Building a Strong Economy*, Edutopia , Octubre 2012.

321 Para Dewey el arte es una forma de experiencias que vivifica la vida y que contribuye a que el organismo se de cuenta que esta vivo, y provocan sentimientos tan elevados que pueden llegarse a identificar esta experiencia como un evento único en la vida. Sin duda lo artístico es de por sí una expresión y experiencia valiosa en la vida de cualquier ser humano.

claro la importancia del arte en la educación:

El arte debe ser la base de la educación y en el proceso de individualización y de integración social la educación estética es fundamental³²².

Por su parte, en los 80, Viktor Lowenfeld y W. Lambert Brittain argumentaban:

El arte es una actividad dinámica y unificadora, con un rol potencialmente vital en la educación de los niños y niñas. El dibujo, la pintura o la construcción constituyen un proceso complejo en el que el niño reúne diversos elementos de sus experiencias para formar un todo con un nuevo significado. En el proceso de seleccionar, interpretar y reformar esos elementos, los alumnos y alumnas nos dan algo más que un dibujo o una escultura; nos proporcionan una parte de ellos mismos; cómo piensan, cómo sienten y cómo ven³²³.

Más recientemente, autores como Gardner, llevarían también un tiempo defendiendo el arte como una importante herramienta pedagógica. Este teórico, en sus investigaciones sobre la índole del pensamiento artístico, considera que, al igual que la ciencia y la matemática, las artes implican formas complejas de pensamiento³²⁴. Gardner defiende el tipo de pensamiento creativo e intuitivo desarrollado a través del arte porque en nuestra sociedad se tiende, según él y otros autores, a privilegiar el pensamiento lógico racional. Como parte de esta articulación, no excluye el pensamiento lógico racional, sino que propone una visión integradora de la valoración de los dos tipos de pensamiento.

El ser humano posee varias inteligencias que consisten en un conjunto de habilidades, talentos y capacidades mentales que determinan la competencia cognitiva del hombre. Asimismo, implican la habilidad para resolver problemas y elaboran productos en un contexto determinado. Las Bases Pedagógicas que sustentan esta investigación, tienen sus raíces en las Teorías de Educación Artística

322 Read, Herbert. *Educación por el arte*. Buenos Aires: Paidós. (1943), p.160.

323 Lowenfeld, Viktor y Brittain, W.Lambert. *Desarrollo de la capacidad creadora*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz (1980), p.15.

324 Gardner, Howard, *Inteligencias múltiples, la teoría en la práctica*. Barcelona, Paidós. (1995).

y en las Matemáticas, considerando esta última como ciencia fundante de los actuales conocimientos en Ciencias y en el desarrollo de Tecnología³²⁵.

En cualquier caso, es necesario advertir, que a medida que crece el interés por impulsar las disciplinas STEAM, empezará a cobrar mayor importancia el campo de los e-textiles. Particularmente, después de la aceptación del valor creativo y tecnológico del movimiento maker en las aulas ³²⁶, y tras demostrarse en diferentes investigaciones académicas que las prácticas realizadas en este ámbito favorecen el acceso a la construcción de medios digitales y al aprendizaje de la electrónica³²⁷. Tal y como explican Kafai y Peppler:

La producción creativa con los e-textiles involucra a los estudiantes y a los profesores a cuestionar sus observaciones y pensamientos sobre la funcionalidad y la estética, a realizar una reflexión explícita sobre las disciplinas de la artesanía, a desarrollar un criterio para trabajar la escritura en relación a un nuevo campo de aprendizaje visual, sonoro y de alfabetización tecnológico necesario para involucrarse en la popular cultura del háztelo tú mismo y la moda³²⁸.

Conviene, además, señalar que este enfoque educativo, tomará en consideración a todo tipo de audiencias, particularmente a la femenina³²⁹. En este sentido, Buechley ya llevaría un tiempo investigando como el campo de los e-textiles podría ayudar a reducir la brecha de género entre las profesiones STEM³³⁰. De hecho, Kafai y Peppler indican:

Los estudios más relevantes en educación STEM han descubierto que las mujeres y otras minorías no se conectan con comunidades STEM, no porque estén intimidados o no cualificados, simplemente porque no tienen interés en estas disciplinas³³¹.

325 Gardner, Howard, *Educación artística y desarrollo humano*. Barcelona, Paidós. (1994), p.106.

326 Martínez, Silvia Libow y Stager, Gary *Invent to learn : Making, Tinkering and Engineering*, Constructing Modern Knowledge Press (2013).

327 Toth-Chernin, Jan. *E-Textiles (21st Century Skills Innovation Library: Makers As Innovators)* Cherry Lake Publishing, 2013.

328 *Ibidem*

329 Es necesario incidir que, aunque a lo largo de la historia, la costura ha estado asociadas con el género femenino y la electrónica con el masculino en referencia a sus hábitos de consumo nos toparemos también como el ámbito de los e-textiles incluye la participación y el aprendizaje de ambos géneros.

330 Buechley, Leah y otros, *Towards a Curriculum for Electronic Textiles in the High School Classroom*. En Proceedings of the Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education Dundee, (2007).

331 Kafai Yasmin y Peppler, Kylie, *Transparency Reconsidered: Creative, Critical and Connected making with e-textiles*. En: Boler, Megan Ratto, Matt, *DIY citizenship. Critical Making and Social*. MIT Press, Cambridge,



Taller de soft circuits con el rotulador AgIC Inc. par todos los publicos (2015).

Para Peppler, gracias a la apertura del campo de los e-textiles en el ámbito educativo ahora podemos adentrarnos en dominios de conocimiento como el código, el trabajo manual y la electrónica³³². Esta investigadora explica cómo el proceso de conocimiento de los e-textiles es el mismo que se realiza en la construcción de los robots, lo que ocurre es que la robótica no se centra en la parte estética, sino en la habilidad de la ejecución del robot:

Aunque los componentes electrónicos diseñados para el ámbito de los e-textiles pueden resultar radicalmente diferentes a los que se utilizan en el ámbito de la robótica, éstos tienen en común la misma infraestructura³³³.

Por otro lado, no hay que olvidar que hasta hace no mucho tiempo, aprender electrónica requería de una curva de aprendizaje alta, y la primera experiencia para construir circuitos solía estar asociada con el uso de soldadores o *breadboards*. Tal vez por ello, esta situación también representará un gran reto, ya que el uso de estos nuevos materiales obligará a

MA (2013) pp.180-186.

332 Peppler, Kylie y Glosson, Diane, *Stitching Circuits: Learning About Circuitry Through Etextile Materials*. Journal of Science Education and Technology, 22(5) (2013), pp.751-763.

333 Peppler, Kylie, *STEAM-powered computing education: using E-textiles to integrate the arts and STEM*. Computer, 46(9), (2013) pp.38-43.

romper las barreras tradicionales de entrada a la computación y la electrónica³³⁴. En todo caso, este nuevo paradigma se defenderá como una gran oportunidad para el diseño y el desarrollo de una nueva educación transversal. De hecho, se comenzará a aplicar los e-textiles a diferentes áreas y campos de investigación, como por ejemplo el ámbito de los juegos digitales³³⁵.

En relación a esta situación, al incrementarse el interés en el ámbito de los e-textiles, comenzarán a florecer rápidamente publicaciones, currículo y actividades de entrada a este campo. Es importante resaltar cómo mucho de este contenido surgirá de las observaciones y talleres realizados por investigadores, estudiantes de diseño de interacción o artistas vinculados a los nuevos medios. Como explicaremos más adelante, muchos de estos participarán en el diseño y desarrollo de estos nuevos modelos educativos aportando y desvelando su propio proceso artístico o creativo. Al respecto, Peppler ya habrían argumentado la importancia de las practicas creativas utilizando tecnología:

El *Media arts* fomenta el diseño, la creación, la interacción e interactuar con la tecnología en nuevas formas que ya han sido ampliamente exploradas en las prácticas del arte contemporáneo³³⁶.

A partir de estas experiencias, rápidamente iniciativas o proyectos en el ámbito de los e-textiles se defenderán cómo las destrezas que un habitante del siglo XXI requiere para interactuar en la sociedad y en la era digital. De hecho, para argumentar esta situación destacamos los libros *Soft Circuits Crafting e-Fashion with DIY Electronics*³³⁷ y *Short Circuits Crafting e-Puppets with DIY Electronics*³³⁸ creados para profesores y de los cuales la autora de este estudio es contribuidora en el desarrollo de los contenidos. También, los libros

334 Buechley, Leah y otros, *Paints, Paper, and Programs: First Steps Toward the Computational Sketchbook*. En Proceedings of the Third International Conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI'09), Cambridge, UK (2009).

335 Richard, Gabriela y Kafai, Yasmin. *Making Physical and Digital Games with E-Textiles: A Workshop for Youth Making Responsive Wearable Games and Controllers*. IDC '15 Proceedings of the 14th ACM SIGCHI International Conference on Interaction Design and Children. Medford, MA, USA (2015).

336 Kylie Pepple, *ReMaking arts education through physical computing*. En Peppler, K., Halverson, E. & Kafai, Y. (Eds.). *Makeology: Makers as learners*, Vol 2, Ch. 13, New York, NY: Routledge. (2016), pp. 206-226.

337 Peppler, Kylie y otros, *Soft Circuits Crafting e-Fashion with DIY Electronics*. MacArthur Foundation Series on Digital Media and Learning. MIT Press eBooks (2014).

338 Peppler, Kylie y otros. *Short Circuits Crafting e-Puppets with DIY Electronics*. MacArthur Foundation Series on Digital Media and Learning. MIT Press eBooks (2014).

*Sew Electric*³³⁹ y *E-Textiles: 21st Century Skills Innovation Library: Makers As Innovators*³⁴⁰ donde se muestran diferentes actividades DIY para la construcción de medios digitales y el aprendizaje de la electrónica.

En relación al trabajo personal realizado por la autora, destacamos en el año 2016 el diseño de la actividad escolar “Moda y Electrónica Creativa”³⁴¹ para alumnos educación secundaria del País Vasco en colaboración con el programa educativo del Museo Cristóbal Balenciaga. En este mismo año, también mencionamos su participación en el “II encuentro de profesores Makers”³⁴² impulsado por el equipo Aula3i de Fuerteventura. Para la ocasión impartió una charla y un taller sobre el uso de los e-textiles en el aula con profesores de educación primaria y secundaria de diferentes asignaturas. En la misma línea, en el año 2013 destacamos su ponencia “Arte, Tecnología y Educación Creativa”³⁴³ para profesores de educación secundaria en el marco de los cursos “Ciencia, cultura y participación” que ofreció el Ministerio de Educación, Cultura y deporte, en colaboración con la Universidad Menéndez Pelayo. Igualmente, citamos la publicación *Soft Circuits Kits As A Tool To Engage Children Into Educational Arts And Crafts*³⁴⁴ en donde la autora describe un taller de circuitos sobre papel que impartió en la World Maker Faire de Nueva York en el año 2012. En este taller, presenta un kit educativo DIY con el que defiende nuevas oportunidades educativas para combinar las artes plásticas y el aprendizaje de la electrónica.

Para terminar, añadir que aunque el impulso de las iniciativas STEM o STEAM surge en los Estados Unidos, actualmente se ha convertido en uno de los objetivos fundamentales de la planificación educativa alrededor del mundo³⁴⁵. Principalmente, porque, aunque estos modelos de aprendizaje fueron en un primer momento pensados para la educación

339 Buechley, Leah y Qiu Kanjun, *Sew Electric* (2014).

340 Toth-Chernin, Jan. *E-Textiles (21st Century Skills Innovation Library: Makers As Innovators)* Cherry Lake Publishing, 2013.

341 <http://www.cristobalbalenciagamuseoa.com/aprende/escolares/educacion-secundaria/moda-y-electronica-creativa.html> Febrero 2017

342 <http://www.gobcan.es/noticias/lanzadera/75490/manuel-miranda-destaca-fuerteventura-integra-nuevo-enfoque-ambito-educativo-movimiento-maker> Febrero 2017

343 <http://blog.educalab.es/intef/wp-content/uploads/sites/4/2013/07/Ciencia-cultura-y-participaci%C3%B3n.pdf> Febrero 2017

344 Guimerans, Paola, *Creative Soft Circuits: Introducing Soft Circuits kits as a tool to engage children into educational arts and craft*. 2nd International Conference Art, Illustration and Visual Culture in Infant and Primary Education: Creative processes and childhood-oriented cultural discourses. Aveiro, Portugal, (2012)

345 En nuestro país destacamos la Conferencia Internacional de STEAM que se realiza en Barcelona.

primaria, ahora se están llevando a todos los niveles de la educación. En este escenario, cabe mencionar también, cómo en paralelo habrían ido surgiendo nuevos debates e iniciativas alrededor de la combinación de estas siglas que proponen otros enfoques. Muchas de estas propuestas vendrían derivadas de la exploración artística, como por ejemplo DASTEM³⁴⁶, un término acuñado por el pionero en tecnología vestible Steve Mann o STEAMD³⁴⁷ acuñado por los docentes y artistas de los nuevos medios Katherine Moriwaki y Jonah Brucker-Cohen. En nuestra opinión, todas estas propuestas no harán más que enriquecer el debate teórico sobre cómo integrar acertadamente el arte y diseño en la educación STEM.

346 Mann, Steve y Hrelja, Marko “Praxistemology: Early childhood education, engineering education in a university, and universal concepts for people of all ages and abilities”. En IEEE international symposium on technology and society (ISTAS), 2013 (pp. 86–97). IEEE.

347 Moriwaki, Katherine y otros, “Scrapyard Challenge Jr., Adapting an Art and Design Workshop to Support STEM to STEAM learning experiences”. En proceedings de ISEC 2012: 2nd IEEE Integrated Stem Education Conference, Ewing, NJ, (2012)

Capítulo 3.

E-TEXTILES, CREATIVIDAD Y ARTES VISUALES

3.1. E-textiles y el Arte más allá de lo digital

Desde la perspectiva que se toma en este estudio, entendemos que, a través de la historia, la introducción de una nueva tecnología aplicada a la producción artística siempre ha derivado en un cambio de paradigma. En función de esto, como venimos observando, la posmodernidad habría desdibujado el centro de la creación artística. Especialmente para situarlo en un nuevo marco cultural, donde el trabajo en equipo y las relaciones con otros espacios económicos e iniciativas culturales determinan nuevos contextos creativos y diferentes maneras de entender la creación artística. En opinión de Andrea Grover, los profesionales tienen ahora más control para trabajar de forma fluida en todas las disciplinas, más allá de las instituciones e industrias³⁴⁸.

En la actualidad, nos toparemos con que la reciente facilitación de la experiencia tecnológica unida a la creatividad del artista contemporáneo y al auge de la cultura del hacer, habría logrado instaurar un nuevo campo de investigación, exploración y experimentación en el campo de los e-textiles aplicados al arte. No obstante, como ya citamos en este estudio, las primeras aportaciones sobre este nuevo paradigma las encontraremos en los años 90. En esta época, la pionera Maggie Orth que tenía formación en Bellas Artes, ya argumentaba en sus estudios nuevas posibilidades para que los artistas pudieran transformar materialmente y escultóricamente la tecnología. Como parte de esta articulación, establecía una importante relación entre la forma material y la computación³⁴⁹. Un poco más tarde, otra pionera, Joanna Berzowska con su equipo *XS Lab* en su proyecto *Krakow*³⁵⁰ también explorará sobre la posibilidad de incorporar los e-textiles como un medio artístico en una obra, así como su posible impacto en las artes visuales.

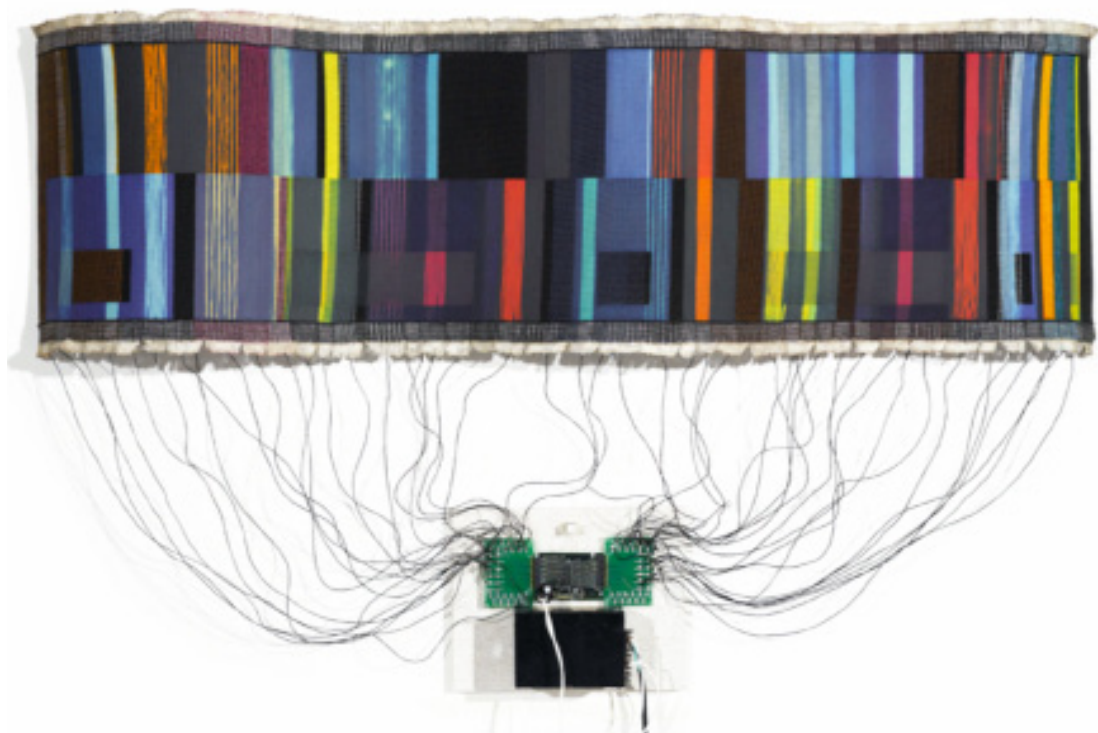
Desde entonces, asociado al fenómeno digital ha ido surgiendo una nueva generación de artistas, vinculados a los nuevos medios y que han encontrado en el campo de los vestibles y los e-textiles nuevas posibilidades para realizar planteamientos conceptuales, visuales

348 Grover, Andrea y otros, *New Art/Science Affinities*. Grover's Andy Warhol Foundation for the Visual Arts Curatorial Research Fellowship at CMU's STUDIO for Creative Inquiry and Miller Gallery, (2011).

349 Orth, Margaret, *Sculpted Computational Objects with Smart and Active Computing Materials*. PhD Thesis, MIT (2001).

350 Berzowska, Joanna, *Krakow: a woven story of memory and erasure*. SIGGRAPH Art Gallery, (2006) .

y para la experimentación artística. En este sentido, todas estas apropiaciones brindarán un nuevo contexto para experimentar e investigar entre lo físico y lo digital. En relación a estas prácticas donde, desde sus inicios, mayoritariamente nos encontraremos mujeres, es importante indicar cómo cada vez será más complejo trazar una línea divisoria entre las disciplinas del arte y el diseño. Entre otros motivos se encuentra que para su realización será necesario tener nociones de diseño de interacción, una disciplina que se centra básicamente en aspectos estéticos, en la comunicación y en la creación de experiencias³⁵¹.



100 Electronic Art Years, Maggie Orth, (2009).

Según Katherine Moriwaki:

Términos como *Reactive Fashion*, *Computational Clothing*, y *Wearable Technology Art* a menudo desdibujan los límites entre las prácticas de lo que se considera Diseño Interactivo y Arte Interactivo, trayendo ésto como resultado, grandes motivos de discusión entre los entendidos, exponiéndose estos trabajos en ambas comunidades en función de su contexto. En este ámbito se repiten continuamente este tipo de

351 Winograd, Terry *The Design of Interaction*, in Peter Denning and Bob Metcalfe (eds.), *Beyond Calculation, The Next 50 Years of Computing*, Springer-Verlag, 1997.

situaciones, ya que las ideas se reciclan de un modo constante, no siendo incluso muchas veces posible un cambio de actitud en ideas preconcebidas. Los proyectos que se incluyen en estas categorías se enmarcan en temas como la visualización y la amplificación de las condiciones ambientales, sociales y psicológicas, utilizando el cuerpo y la tecnología para ilustrar perspectivas poéticas o críticas. Estas características parecen dominar nuestra capacidad creativa, y están creciendo debido a un mayor acceso a los materiales y a las plataformas de desarrollo tecnológico³⁵².

En cualquier caso, esta incorporación de nuevos materiales y herramientas digitales utilizadas como medio artístico representará nuevos retos y oportunidades para las prácticas artísticas contemporáneas. Para la teórica Susan Elizabeth, nos toparemos ante un tipo de “arte vestible”:

El “Wearable Technology Art” reúne prácticas como la ciencia, la tecnología, la moda o lo vestible, lo visual o el performance que ya se han cruzado a lo largo de la historia del arte³⁵³.

Bajo la influencia del ciberpunk, la performance, los activismos, el feminismo y el DIY nos encontraremos con un grupo de artistas que incluirán los e-textiles en sus trabajos. Particularmente, destacamos al colectivo Kobakant, formado por Mika Satomi & Hannah Perner-Wilson, con su obra *Crying Dress*³⁵⁴ o a las artistas Afroditi Psarra y Cécile Lapoire³⁵⁵ con su obra *Cosmic Bitcasting*. Según la artista Afroditi Psarra:

Las tendencias de los últimos años en el arte electrónico que investigan la expansión del cuerpo han empezado poco a poco a tener un aspecto más sutil en cuanto a su apariencia y proceso de creación. (...). Los textiles electrónicos contienen elementos tecnológicos en su propia composición, como son las fibras ópticas y también existen los tejidos que contienen circuitos incorporados a la tela a través

352 Moriwaki, Katherine, *Wearables, Fashion and Technology: Female innovators at the intersection of emerging cross-disciplinary practice*. En “Mujer Arte y Tecnología en la Nueva Esfera Pública” (Woman, Art and Technology in the New Public Realm)/ Polytechnic University of Valencia (2010) p.45.

353 Susan, Elizabeth Ryan, *Garments of Paradise Wearable Discourse in the Digital Age*. Massachusetts Institute of Technology. MIT Press. (2014)

354 The crying dress (2012) <http://www.kobakant.at/?p=222> Febrero 2017

355 Cosmic Bitcasting (2016) <http://afroditipsarra.com/> Febrero 2017

de hilo conductor. Se trata de circuitos tejidos en tela que pueden contener varios chips, memorias, microprocesadores, LEDs, sensores, buzzers y más. Los e-textiles se suelen usar en la moda y en la performance, como un elemento que interactúa con su alrededor, a través de un proceso de recepción y generación de datos. Con el uso de un microprocesador estos datos se coleccionan y a su vez provocan y/o generan ciertas acciones somáticas audiovisuales³⁵⁶.

Asimismo, también nos toparemos con otro grupo de artistas que, acercándose al ámbito de los e-textiles, se cuestionará la distancia que existe entre el arte y la moda, destacando a Melissa Coleman y Leonie Smelt con su obra *The Holy Dress*³⁵⁷ o Ricardo O’Nascimento con su proyecto *Wearable Narratives*³⁵⁸. Igualmente, destacamos a otro colectivo de artistas que investigarán en al ámbito de los e-textiles para explorar las posibles relaciones que se establecen entre el cuerpo y el medio ambiente, destacando el trabajo de pioneras como Katherine Moriwaki y Fionnuala Conway con su obra *Urban Chameleon*³⁵⁹. En este recorrido, también citamos a la artista Amor Muñoz y su proyecto *Yuca-tech: Energy by hand*³⁶⁰, en el que aproxima el campo de los e-textiles como medio artístico para la construcción de discursos sociales. Finalmente, a la artista Di Mainstone³⁶¹ con proyecto *Sharewear* y a la artista Kaho Abe y su proyecto *Haptic Music Glove*³⁶² en el que vincula los e-textiles al ámbito de los juegos digitales. En todo caso, es importante advertir cómo para desarrollar la mayoría de estas obras, algunos de estos artistas argumentarán, cómo será necesario adquirir un entendimiento previo de estos materiales y las tecnologías. Principalmente, para entender sus características y comportamiento, y poder incluirlos, bien sea como un medio expresivo o como un elemento conceptual en la obra.

356 Psarra, Afroditi, *Ciberpunk y arte de los nuevos medios: performance y arte digital*. Tesis Doctoral UCM. 2014.

357 The Holy Dress (2012), <http://www.melissacoleman.nl/> Febrero 2017

358 Wearable Narratives (2014) <http://www.onascimento.com/#/wearable-narratives/> Febrero 2017

359 Urban Chameleon, (2003) <http://fionnualaconway.com/urban-chameleon-fionnuala-conway-and-katherine-moriwaki/> Febrero 2017

360 Yuca-Tech: Energy by hand (2015), <http://amormunoz.net/?/en-proceso/yucatech/> Febrero 2017

361 Sharewear (2008), <http://v2.nl/lab/projects/sharewear> Febrero 2017

362 Haptic Music Glove (2005), <http://kahoabe.net/?portfolio=haptic-music-glove> Febrero 2017



Mika Satomi & Hannah Perner-Wilson trabajando en su obra *Crying Dress* (2012).

No obstante, como venimos defendiendo, gracias a Internet y a la apertura del campo de los e-textiles, cada vez serán más los artistas que puedan acceder a nuevos materiales flexibles como los hilos o los textiles conductores de electricidad que ahora ya estarían disponibles para todos los públicos. Este fácil acceso a los materiales, estaría permitiendo a los artistas poder bordar, tejer, realizar crochet o coser circuitos junto a pequeños componentes tecnológicos. Una situación que facilitará que artistas visuales y multimedia puedan explorar libremente. Así, destacamos el trabajo de Olivia Robinson y su instalación *Alchemy & Meditations*³⁶³ en la cual la artista integra cosiendo hilos y textiles conductores de electricidad para que estos formen parte visualmente de su obra. También el trabajo de Becky Stern y su obra *LilyPad Embroidery: A Tribute to Leah Buechley*³⁶⁴ en donde utilizará el hilo conductor integrado en un bordado para construir un circuito que se conectará al microcontrolador LilyPad Arduino, defendiendo con ello ésta cómo su herramienta artística. En este recorrido, también citamos a artistas como Irene Posch y Ebru Kurbak que, en su instalación *Drapery FM*,³⁶⁵ construirán una labor de punto donde estarán integrados hilos conductores que les permitirán comunicar historias a sus

363 *Alchemy & Meditations* (2012), <https://www.msac.org/artists/olivia-robinson#/0> Febrero 2017

364 *LilyPad Embroidery* (2008) <http://sternlab.org/2008/04/lilypad-embroidery/> Febrero 2017

365 *Drapery FM* <http://www.ireneposch.net/> Febrero 2017

espectadores de forma electrónica. Por último, mencionamos la instalación “Craftografías Digitales” realizada por la autora de este estudio para la exposición Excusa argumental. En esta instalación, la autora propondrá el bordado y los e-textiles como una nueva técnica aplicada a las artes plásticas, con el objetivo de explorar nuevas estéticas utilizando la electrónica DIY como medio expresivo³⁶⁶.

Además de materiales tan novedosos como los hilos o los textiles conductores de electricidad, el artista, tendrá cada vez mas fácil acceso a otros materiales inteligentes o conductores de electricidad, como el adhesivo de cobre, las pinturas conductoras o los pigmentos reactivos al calor. Estos materiales, por sus características serán utilizados más frecuentemente para integrar circuitos aplicados a través de la pintura o la serigrafía a superficies como el lienzo o el papel. Artistas visuales como el colectivo Graffiti Research Lab³⁶⁷, utilizarán por ejemplo las pinturas conductoras de electricidad en sus lienzos para incorporar pequeñas luces como elemento visual. Por su parte, el colectivo The Brothers Mueller en la instalación *viral wallpaper*³⁶⁸ utilizará pigmentos reactivos al calor y el microcontrolador Arduino para emular la existencia de un virus que aparece y desaparece dentro de un papel.

En todo caso, si bien la actividad es un medio para la obtención de un producto que es el verdadero fin de la práctica artística, un dato importante es que muchos de los artistas que acabamos de citar documentarán y desvelarán su proceso de creación en Internet, incluyendo con detalle cómo han realizado la obra. Esto incluye desde el desarrollo del concepto hasta cómo lo han terminado. Inspirados por las tendencias de la cultura hacker y maker, será habitual que alguno de estos artistas también impartan talleres, diseñen tutoriales o propuestas curriculares vinculadas al ámbito de los e-textiles. Por ende, esta aportación individual del artista orientada hacia prácticas de experimentación transversales, al compartirse en la redes y transmitirse a otras personas, pasará a enmarcarse como parte de otras aportaciones del mismo ideal

366 Craftografías Digitales (2014)Excusa argumental. Programa de residencias artísticas 2012/2014 <http://www.mac.gasnaturalfenosa.com/portfolio-items/excusa-argumental-programa-de-residencias-artisticas-20122014/> Diciembre 2016

367 The Electro-Graf<http://www.graffitiresearchlab.com/blog/projects/the-electro-graf/#video> Febrero 2017

368 Viral wallpaper <http://www.thebrothersmueller.com/work/viral-wallpaper> Febrero 2017

artístico, proponiéndose según nuestras observaciones, un nuevo paradigma vinculado al campo de los nuevos medios. Conviene, además, señalar que esta actitud mostrará el compromiso del artista en favor del software libre y la cultura abierta. En cualquier caso, hacia una democratización tecnológica, lo que favorecerá especialmente el acceso a nuevos materiales y técnicas derivadas del campo de los e-textiles. Una situación emergente, que aunque todavía se encuentra en un proceso de maduración por ser reciente, estará íntimamente ligado a la estética de la artesanía y lo hecho a mano. De hecho, muy cercano a los pensamientos que defiende Sennett:

Estamos demasiado absortos en esta noción de inspiración, de genio, esta idea del creador solitario y único, la cuasi locura de la creación artística. Como dijera Dewey, es tan sólo una actividad ordinaria³⁶⁹.

Finalmente, es indispensable decir que, a pesar de que no es posible en este texto clasificar de un modo exhaustivo a todos los artistas que están experimentando en este campo, nuestra intención ha sido mostrar la aparición de nuevos territorios artísticos emergentes vinculados a los medios digitales. Además, impera exponer que aunque es aún muy difícil aventurar cuál será la evolución de estas prácticas, a través de la descripción de estos trabajos hemos querido mostrar las grandes posibilidades que ofrece el acceso a estos nuevos materiales derivados del área de los e-textiles y su aplicación en el arte como un nuevo tipo de medio artístico, así como la relevancia que tiene la documentación de este trabajo artístico para generar nuevos conocimientos vinculados al campo de los e-textiles.

369 Sennett, Richard, *The Craftsman*. New Haven, CT: Yale University Press. (2008)

3.1.1. E-textiles, creatividad y la tecnología como material

Desde hace años, la creatividad ha sido ampliamente estudiada y se ha escrito sobre ella desde la perspectiva de la psicología, la ciencia cognitiva, la filosofía, el arte o el diseño. No obstante, hace poco tiempo que se ha presentado especial atención a la relación que existe entre la creatividad y la máquina electrónica que representa el ordenador. De hecho, tal vez una de las primeras aportaciones las realiza el teórico Seymour Papert, cuando comienza a aproximar el ordenador como un material³⁷⁰. En este sentido, también en el famoso libro “*The Art of Electronics*”³⁷¹ sus autores defenderán la electrónica como un “arte”. Para ello, argumentarán cómo el diseño de circuitos electrónicos, además de tener sus fundamentos técnicos, es un acto de la intuición y creatividad.

En cualquier caso, la complejidad de la creatividad y su conceptualización ha estado y está sujeta a la evolución de nuestra propia historia. Así por ejemplo, la creatividad es uno de los principales motores que ha llevado a la humanidad al progreso y a la mejora de las condiciones de vida. Es por ello, que en opinión del teórico Ángel Bartolomé Muñoz, su definición requiere siempre de una constante revisión y reformulación³⁷². Si consultamos el Diccionario de Psicología el término creatividad se define de la siguiente manera:

La creatividad es la disposición de crear que existe en estado potencial en todos los individuos y en todas las edades, dependiendo estrechamente del medio socio cultural. Esta tendencia natural a realizarse necesita condiciones favorables para que se exprese adecuadamente. El temor a desviarse y el conformismo social son la argolla de la creatividad³⁷³.

Por otra parte, el término tecnología también es muy difícil de definir, puesto que abarca múltiples definiciones. Este término y su significado, ya estaría vinculado al concepto de la creación desde su propia definición. De hecho, si acudimos a su etimología

370 Papert, Seymour & Franz, George. *Computer as material: Messing about with time*. Teachers College Record, 89(3), (1987)

371 Horowitz, Paul y Hill, Winfield, *The Art of Electronics*, Cambridge University Press (1980-1989).

372 Bartolomé, Angel, “La democratización de la creatividad”. Volumen 14 Nº 1 ICONO14.(2016) p.27.

373 Pelicier, Yves, *Diccionario de Psicología*, Sedmay-Lidis, Madrid (1980:15)

griega³⁷⁴ “*tekhne*” y “*ars*”, veremos que proviene de la misma raíz que un conjunto de palabras que se refieren al acto de la creatividad y la creación:

La tecnología se define usualmente como el conjunto de herramientas hechas por el hombre, como los medios eficientes para un fin, o como el conjunto de artefactos materiales. (...) Uno de los motivos que causa diferencias entre las tecnologías, la cultura del usuario o la manera de usar el ordenador hacen la diferencia: Hacer, *hacking*, pintar, explorar, calcular o comunicarse con la máquina, cada estilo de domesticar o cultivar el ordenador remodela la tecnología mediante la práctica experimental³⁷⁵.

Así bien, si pensamos en ambos términos en relación a esta investigación, podríamos señalar cómo tras el cambio de milenio conceptos tan dispares como el arte, la artesanía, la tecnología, la creación, las bellas artes o la ciencia, habrían logrado regresar a su significado inicial gracias a la difusión de las tecnologías de la información eligiendo caminos poco comunes. Al respecto, Ayah Bdeir, fundadora de la plataforma educativa Littlebits, argumenta cómo, en estos momentos, al poder vincular la creatividad al entendimiento y el aprendizaje de la electrónica como parte de un sistema junto a otros materiales, se provoca que la tecnología sea entendida como otro material más³⁷⁶. Por su parte, Peppler indica cómo esta situación estaría revolucionando la forma en que fabricamos los objetos tangibles:

Actualmente, la computación está plagada de nuevas herramientas y materiales que están impulsando cambios en las formas en las que interactuamos con la tecnología. Éstas implican tener que coser, acolchar, ganchillar, tejer y otras técnicas que han sido tradicionalmente el dominio de costureros, tejedores y artesanos³⁷⁷

374 Para la cultura griega la *techné* (arte) y la tecnología han sido consideradas como significados interconectados. La definición de arte y ciencia tiene raíces históricas comunes, en la antigüedad cuando los términos griegos “*tekhne*” y latino “*ars*” englobaban varias áreas de la cultura que fueron distinguidas más adelante en artes y ciencias.

375 Rammert, Werner, *La tecnología: sus formas y las diferencias de los medios hacia una teoría social pragmática de la tecnificación*. Berlín: Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales (1988)

376 Bdeir, Ayah, *Electronics as material: littleBits*. TEI9, Tangible and Embedded Interaction Conference, Cambridge, UK. (2009)

377 Peppler, Kylie, *STEAM- powered computing education: using E-textiles to integrate the arts and STEM*. Computer, 46(9), (2013), pp. 38-43.

Según Andrew Richardson:

A pesar de las diferencias físicas entre los materiales tradicionales y digitales, hemos visto cómo el uso de la programación constituye una forma de acercarse y comprometerse con el material digital, que tiene sinergia con las prácticas y hábitos artísticos y artesanales (...) Ambos procesos ponen de relieve la necesidad del creador de participar y comprender la esencia de su “material” en un nivel fundamental³⁷⁸.

De manera similar, teóricos como Malcolm McCullough ya llevarían un tiempo argumentando cómo las áreas de producción, bien sean tradicionales o digitales, vinculadas a la creación de imágenes, siempre se olvidan del papel esencial que juegan las manos en el proceso creativo³⁷⁹. En relación a esta situación, pioneras en el ámbito de los e-textiles como Leah Buechley y Hannah Perner-Wilson, también llevarían unos años aproximando este territorio. Especialmente, mediante el desarrollo de diferentes técnicas manuales y artesanales, que tienen como objetivo integrar microcontroladores y componentes electrónicos en todo tipo de superficies blandas³⁸⁰. Algunas de estas investigaciones las encontramos en publicaciones como *Crafting technology: Reimagining the processes, materials, and cultures of electronics*³⁸¹ en donde Buechley y Perner-Wilson documentan con detalle nuevos procesos de integración de la electrónica junto a prácticas artesanales como la escultura, la costura o la pintura. De hecho, en esta publicación, ambas autoras defenderán las prácticas en el ámbito de los e-textiles como una forma de nueva artesanía, las cual ya llevará implícita la idea de materialidad.

378 Richardson, Andrew ,*New media, new craft?* . In: Siggraph 2006: The 33rd International Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques. Boston, Massachusetts, USA 30 July - 3 August 2006. Boston, USA. (2006)

379 McCullough, Malcolm, *Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand*. Cambridge,Massachusetts: The MIT Press. (1998), p.22.

380 Buechley, Leah y otros, *Paper, Paint, and Programs: First Steps Toward the Computational Sketchbook*. In Proceedings of Tangible and Embedded Interaction (TEI), Cambridge, UK (2009), pp. 9-12.

381 Buechley, Leah y Perner-Wilson, Hannah, *Crafting Technology: Reimagining the Processes, Materials, and Cultures of Electronics*. ACM Trans. Comput. Hum. Interact. TOCHI 2012.



Circuitos en papel realizados por Leah Buechley (2010).

En este sentido, expertos en computación ubicua como Marcelo Coelho, ya habrían citado específicamente la importancia del ámbito de los e-textiles:

Transitive Materials es un proyecto global que abarca nuevos materiales, tecnologías de fabricación digital y técnicas artesanales tradicionales que pueden fusionarse para crear objetos y espacios en los que se percibe la interactividad como un elemento omnipresente - polímeros que cambian de forma, diseño paramétrico, e-textiles, sensores, interfaces inteligentes ya nos pueden proporcionar las bases de una interactividad verdaderamente ubicua³⁸².

En base a estas investigaciones, teóricos del diseño como la profesora Anna Vallgård, también vendrían reflexionando que, si entendemos la tecnología como un material para el diseño, inmediatamente nos situaremos en un contexto de expresión personal y trabajo artesanal. En su opinión, un contexto, en donde las prácticas manuales nos conectan con las ricas experiencias sensoriales que nos ofrecen estos materiales. A partir de este análisis, y al entender el ordenador como un material, es decir como cualquier otro material, Vallgård sugerirá cómo éste fácilmente se puede manipular³⁸³. Por su parte, diseñadores como Lars Hallnäs y Johan Redström, con sus investigaciones puntualizarán

382 Coelho, Marcelo y otros, *Transitive Materials: Towards an Integrated Approach to Material Technology*. Proc. of the 9th International Conference on Ubiquitous Computing. Innsbruck, Austria, 2007.

383 Vallgård, Anna "Computational Composites: Understanding the Materiality of Computational Technology" the IT University of Copenhagen. (2009)

cómo esta noción de la tecnológica como material aún es muy poco precisa, entendiendo ésta en gran medida como metafórica o retórica³⁸⁴. No obstante Redström añade:

(...) Los textiles se están expandiendo más allá del diseño, el arte y la moda tradicional, integrándose con la electrónica, la computación e incluso la nanotecnología. Lo que alguna vez podría haber sido un material 'tradicional' se ha transformado en una de las áreas más innovadoras para el diseño de nuevos materiales³⁸⁵.

Conviene, además, señalar que desde un punto de vista educacional, nos toparemos también con varios teóricos que inspirados por la cultura maker, defenderán cómo este posible nuevo entendimiento de la tecnología como material, podría estar impactando sustancialmente en la manera en la que aprendemos y creamos con esta. Para comprender mejor este punto de vista, Dave Mellis, ingeniero y uno de los cofundadores de la plataforma Arduino, en su publicación *"Microcontrollers as Material: Crafting Circuits with Paper, Conductive Ink, Electronic Components, and an Untoolkit"*, junto a otros autores expone cómo la noción metodológica del DIY y la reciente apertura de documentación del campo de los e-textiles estaría aumentando la accesibilidad a la electrónica y computación de todo tipo de personas³⁸⁶. Para articular esta teoría, Mellis defenderá en su investigación el microcontrolador como un material. De hecho, utilizando la placa TinyProgrammer que él mismo ha diseñado, realizará una serie de talleres donde propone diferentes metodologías creativas y totalmente abiertas con el objetivo de facilitar a todo tipo de públicos acercarse a la tecnología³⁸⁷. En esta misma dirección de pensamiento, su colega Qi complementará esta aproximación lanzado al mercado el producto Chibitronics³⁸⁸. Con este producto compuesto por pegatinas adhesivas de componentes electrónicos y microcontroladores, esta ingeniera propone demostrar la aparición de una nueva conexión entre la electrónica, la programación y las bellas artes. De hecho, Qi defenderá que utilizando este kit educativo DIY, cualquier persona puede aprender a programar dibujando circuitos.

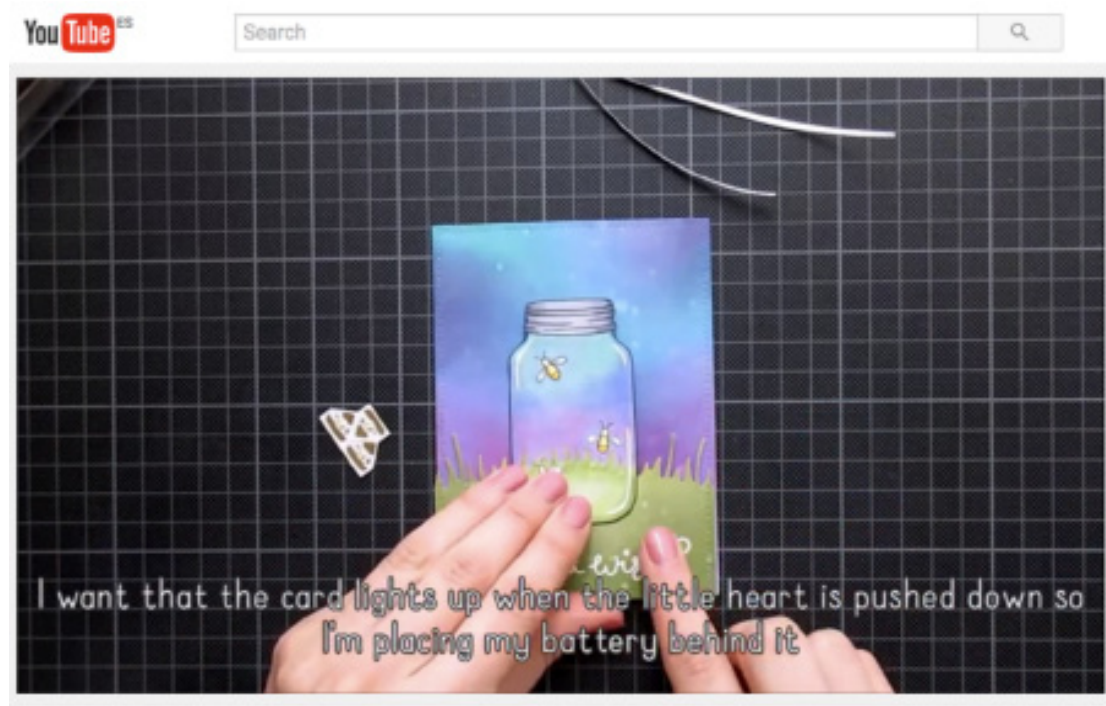
384 Redström, Johan, *On Technology as Material in Design*. Design Philosophy Papers (2002) p.107.

385 Redström, M. y otros. *IT+Textiles*. Edita Publishing Oy, Finland. Reprinted 2010 by The Textile Research Centre, The Swedish School of Textiles (2010)

386 Mellis, David y otros, *Microcontrollers as Material: Crafting Circuits with Paper, Conductive Ink, Electronic Components, and an "Untoolkit"*. TEI13, Seventh International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction. Barcelona, Spain (2013)

387 <http://alumni.media.mit.edu/~mellis/microcontrollers/> Febrero 2017

388 <https://chibitronics.com/> Febrero 2017



Tarjeta interactiva luminosa usando Chibitronics por Lawn Fawn. Youtube (2015).

De lo anterior, me permito aseverar, que tanto Mellis como Qi a través del diseño de tutoriales y la documentación de sus actividades paso a paso en Internet, defenderán el modelo de diseño abierto³⁸⁹. Una decisión que permitirá que todas las personas puedan posteriormente crear, modificar y compartir un nuevo trabajo diseñado en función al suyo, consiguiendo así expandir todo este conocimiento. En cualquier caso, ambos defenderán el uso de esta metodología emergente donde la creatividad ya no es individual pues múltiples personas contribuyen al desarrollo de una idea. Una situación que, bajo nuestro entendimiento, nos llevará a considerar estas prácticas como favorables para poder establecer una posible vinculación teórica entre la creatividad y la tecnología en el ámbito de los e-textiles.

Bajo este supuesto paradigma, la autora de este estudio llevaría unos años investigando a través del diseño de talleres y actividades en el ámbito de los e-textiles, nuevas metodologías propicias para la investigación y enseñanza de las artes visuales utilizando nuevas tecnologías y electrónica. En base a su experiencia e inspirada por el trabajo de los

389 https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_abierto Febrero 2017

autores citados, esta defenderá la hipótesis de la aparición de un nuevo entendimiento de la tecnología como material creativo. Un nuevo entendimiento que hará referencia a la capacidad creativa que suponen las prácticas de los e-textiles por llevar implícita la idea de materialidad. Asimismo, que hará alusión a la creatividad que, como ya hemos visto, implica aproximarse a las prácticas DIY, el *learning by doing* y las herramientas tecnológicas propias de Web 2.0. En cualquier caso, como defenderemos a continuación, una situación favorable para que se produzca un encuentro entre las artes visuales y el campo de los e-textiles.

3.1.2. La web 2.0 como escenario: Procedimientos, materiales y técnicas DIY

Como venimos argumentando, en los últimos años y de manera gradual, han ido apareciendo nuevos enfoques para alfabetizar de una forma interdisciplinaria a través de Internet. Hoy más que nunca existe un mayor acceso al aprendizaje formal y no formal a través de la red. En relación a esta situación, el economista americano Jeremy Rifkin señala cómo nos encontramos en un momento de transición que dará paso a formas de producción distribuida de alimentos, objetos y energía, lo cual será la clave del desarrollo de un nuevo modelo de vida en el planeta, dependiente de Internet³⁹⁰. Por su parte, Hubbell indica que todo ello se refiere a una nueva ola de creación que ha supuesto una subcultura desde hace unas décadas y que ha propiciado una nueva propuesta o estilo de vida³⁹¹.

Bajo este marco y según nuestro entendimiento, el modelo informativo de las redes sociales, que anima a compartir datos y estimula acciones colaborativas, estaría cogiendo fuerza. Como ya citamos, tras el auge de la cultura maker y con el incremento de entornos de aprendizaje enfocados a la colaboración abierta y a las tecnologías de autoproducción, asistiremos especialmente a una explosión de plataformas para el aprendizaje en Internet. Plataformas gratuitas o de pago como Instructables³⁹², Opendesk³⁹³ o Makezine³⁹⁴ que bajo el enfoque DIY permitirán que cualquier persona pueda documentar y publicar sus proyectos o productos en la red³⁹⁵. Tal y como afirma Lukens, las tecnologías colaborativas dentro de la red han hecho de esta herramienta, un nuevo medio para crear nuevos espacios para compartir información y para la creación³⁹⁶.

390 Rifkin, Jeremy, *La Tercera Revolución Industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo*. Paidós (2013)

391 Hubbell, Leesa, *DIY Craft: Therapy, Irony or Handmade Hell?* *Surface Design Journal*. 2 (2011), pp.48-53.

392 <http://www.instructables.com/> Febrero 2017

393 <https://www.opendesk.cc/> Febrero 2017

394 <http://makezine.com/> Febrero 2017

395 Su funcionamiento estaría inspirado en el catálogo *Whole Earth Catalog* que el americano Stewart Brand publica alrededor de 1968. Este catálogo incluía diferentes artículos con instrucciones de fabricación convirtiéndose en poco tiempo en las publicaciones más influyentes en la contracultura norteamericana.

396 Lukens, Jonathan, *DIY Infrastructure and the Scope of Design Practice*. *Design Issues* 29 (3), (2013), pp.14-27.



Tutoriales de e-textiles en Instructables. *DIY Contemporary E-broidery*. Paola Guimeráns (2016).

Así pues, si visitamos plataformas como Instructables, encontraremos millones de tutoriales que nos explican paso a paso desde cómo diseñar un centro de flores a cómo fabricar un robot despertador o hacer un plato de pasta con tomate. De hecho, si buscamos específicamente en la categoría de e-textiles, nos toparemos con los tutoriales diseñados por la autora de esta investigación. Así por ejemplo, con un tutorial que detalla el procedimiento artístico de cómo realizar un *collage* en papel o un bordado en punto de cruz incorporando electrónica, entre otros³⁹⁷. Sin duda, una nueva modalidad de generar recursos educativos fuera del entorno académico, que a nuestro entender, se habría visto favorecida por el actual interés de querer incluir la actividad artística como parte de las prácticas tecnológica y científica. En este sentido, nos tropezaremos con una nueva cultura de la remezcla o el remixing³⁹⁸ que bajo nuestro entendimiento, estaría permitiendo desplegar al máximo el potencial intelectual y creativo del usuario de Internet. En opinión de Stevens:

³⁹⁷ <https://www.instructables.com/member/Paola%20Guimerans/instructables/> Febrero 2017

³⁹⁸ Lessig, Lawrence, REMIX. Making Art Commerce Thrive in the Hybrid Economy. NY, Penguin Press, (2008).

Una de las características más importantes de la cultura DIY es que surge como un movimiento que no busca la validación profesional dentro de una tradicional metodología artística e ingeniera, sino que la actividad de esta práctica busca compartir socialmente resultados y procesos creativos³⁹⁹.

Particularmente, estas plataformas tecnológicas permitirán a cualquier persona con acceso a Internet descargarse una serie de instrucciones. Al estar mayoritariamente el contenido protegido bajo licencias libres se ofrece la opción de crear, modificar o adaptar los proyectos que se quiera, para luego crear otros contenidos nuevos y compartirlos. Según Jenkins:

Comprender cómo circula la información es tan importante como saber expresar las ideas a través de palabras, sonidos o imágenes. La creación es iterativa: volveremos a dar forma a lo que creamos respondiendo al feedback crítico de los demás, a través de procesos de innovación y refinamiento. Alrededor de los principios de la inteligencia colectiva han surgido nuevas formas de autoría, que no es sólo individual⁴⁰⁰.

Una situación que, como ya hemos mencionado, estaría facilitando el desarrollo de nuevas ideas y conocimiento a través de la participación colectiva de expertos y amateurs. En este sentido, un nuevo contexto en donde la creatividad ya no sólo estaría entendida como un patrimonio exclusivo del artista. Un nuevo paradigma que, como venimos señalando, defenderemos como una pieza clara para que se produzca un acercamiento entre las artes visuales y el ámbito de estudios de los e-textiles.

399 Dennis, Stevens. *DIY: Revolution 3.0-Beta*. *American Craft*, 69(5), (2009) pp.50-52.

400 Jenkins, Henry. Entrevista por Pilar Lacasa. Universidad de Alcalá. Nº 398 Cuadernos de Pedagogía, 2010

3.2. Nuevos espacios compartidos entre los e-textiles y las artes visuales

Ya hace un tiempo que la interdisciplinariedad entendida como el espacio de diálogo entre arte, ciencia y tecnología ha sido teorizada por diferentes teóricos. Cronológicamente, el primero fue el científico Charles Pierce Snow. Este teórico en 1959 planteó la separación existente entre la cultura del saber, la científico-técnica y la artístico-humanística, denominándola como “las dos culturas”⁴⁰¹. Más recientemente, la artista de los media Victoria Vesna en su artículo *Towards a Third Culture. Being in Between*⁴⁰², también habría señalado la importancia de situarse un lugar intermedio entre ciencia y humanidades como plataforma de conocimiento. Así pues, bajo nuestro entendimiento, todas estas teorías ya habrían anticipado el notable interés que en la actualidad tienen los estudios que se centran en la intersección entre estas disciplinas.

Tal y como venimos explicando, bajo la influencia de procesos democráticos que han surgido en el marco de la cultura digital, actualmente nos encontramos en un momento histórico en el que las nuevas tecnologías de la creación abren múltiples vías para innovar, enseñar y crear. Herramientas como las impresoras 3D, la electrónica DIY o materiales como hilos o pinturas conductoras de electricidad, ya estarían al alcance de todo tipo de públicos, ofreciendo múltiples oportunidades de diálogo e investigación entre el arte, la ciencia y la tecnología. Así, por ejemplo, proyectos como el tour Circolab ⁴⁰³ nos muestran en el año 2015 cómo en la intersección entre disciplinas es posible desarrollar nuevas formas de enseñanza y aprendizaje en la sociedad digital.

Este laboratorio de experimentación educativo-tecnológico impulsado por la empresa BQ, tuvo como objetivo despertar la creatividad y la curiosidad tecnológica de personas de

401 Cita del libro *The two cultures and the Scientific Revolution* (Snow, 1961), Este mismo autor, en 1963 en una revisión del libro, comenzó a abogar por la necesidad de superar la distancia entre ambas culturas.

402 Vesna, Victoria, *Toward a Third Culture: Being in Between*. En Leonardo. Vol. 34, No. 2, pp. 121-125, 2001

403 La idea del proyecto Circolab surge de Víctor Díaz Barrales, tras participar en el proyecto ARA de Google. El equipo de 5 profesionales que integraron el equipo de Circolab fueron : Pablo Clemente, Ana Enrich, Annabel Hesselink, Victor Díaz Barrales y Paola Guimeráns, autora de este estudio. *La cultura maker viaja en furgoneta a las plazas de los pueblos de España*. El diario.es http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/Circolab-BQ-Victor_Diaz-makers-fabricacion_digital-impresion_3D_0_433606828.html Febrero 2017

distintas poblaciones españolas. Para ello, durante tres meses un equipo de cinco personas ofreció talleres y seminarios gratuitos sobre impresión 3D, corte láser, robótica o e-textiles. De hecho, la autora de este estudio habría formado parte del equipo facilitando durante el tour la metodología educativa, el diseño de las actividades y aplicando sus conocimientos sobre el campo de los e-textiles. Una situación, que le habría permitido observar como la democratización de las nuevas tecnologías estaría abriendo múltiples vías para enseñar y aprender al alcance de todo tipo de públicos. Igualmente, percibir el escaso conocimiento que aún existe en nuestro país sobre el campo de los e-textiles.



E-textiles para adultos. Taller Tejiendo con luces del tour Circolab, BQ (2015).

No obstante, como ya hemos explicado, el campo de los e-textiles no será ninguna novedad. De acuerdo con nuestra experiencia, gracias a la relevancia que han tenido los estudios realizados en los años 80 y los años 90 en el ámbito del diseño de interacción aplicado a lo vestible o a las nuevas formas de consumo cultural cómo la Web 2.0, hoy podemos construir circuitos de un modo diferente al tradicional. Una situación, que defenderemos en este estudio como favorable para que se haya producido un acercamiento entre el área multidisciplinar de los e-textiles y el arte.

Para defender esta afirmación, citaremos la exposición *Curiosities of Paper Electronics*⁴⁰⁴ que, en el año 2016 organiza Jie Qi en colaboración con el *Responsive Environments Group* del *MIT Media Lab*. En todos los trabajos que se muestran en esta exposición, se unen la electrónica y las Bellas Artes. Para la realización de estos trabajos, los participantes utilizarán como herramienta artística el kit educativo DIY Chibitronics⁴⁰⁵ diseñado por la propia Qi. El objetivo de utilizar esta herramienta era animar a los artistas a que explorasen nuevas estéticas en donde los circuitos se proponen como medio expresivo. De hecho, muchos de los participantes documentaron también el proceso creativo en Internet, contribuyendo de esta manera a compartir su conocimiento y experiencia utilizando esta herramienta. En todo caso, esta exposición mostrará sólo algunos ejemplos de las posibilidades expresivas, visuales y estéticas que nos ofrece en estos momentos vincular ambas disciplinas.

Bajo este marco, la autora de este estudio llevaría ya un tiempo explorando qué grado de importancia tienen las disciplinas del arte y el diseño para el aprendizaje tecnológico y científico. En base a su experiencia e inspirada por muchos de los teóricos que hemos citado en este texto, a través del diseño de actividades, tutoriales DIY y talleres, vendría defendiendo la hipótesis de la aparición de nuevas posibilidades y formas de trabajar en la educación artística vinculadas al ámbito de los e-textiles. Fundamentalmente, en un intento por explorar los límites del paradigma tradicional de la educación artística y con el objetivo de encontrar nuevas metodologías educativas que no sólo ayuden a desarrollar el aprendizaje tecnológico, sino que fomenten también la formación plástica, estética y visual.

De forma especial, como parte de esta investigación, destacamos su participación en la Word Maker Faire del año 2013 en donde habría formado parte del panel Make: Education. Bajo el título *Teaching Color Theory and Painting Techniques through Circuitry*⁴⁰⁶, en esta feria, la autora habría mostrado un kit educativo DIY con el que defiende la hipótesis

404 Paper Electronics Exhibition: *Curiosities of Paper Electronics*. *Stratton Student Center, Building W20 - Wiesner Gallery*. MIT, 2016 <http://papercuriosities.media.mit.edu/> Febrero 2017

405 <https://chibitronics.com/> Febrero 2017

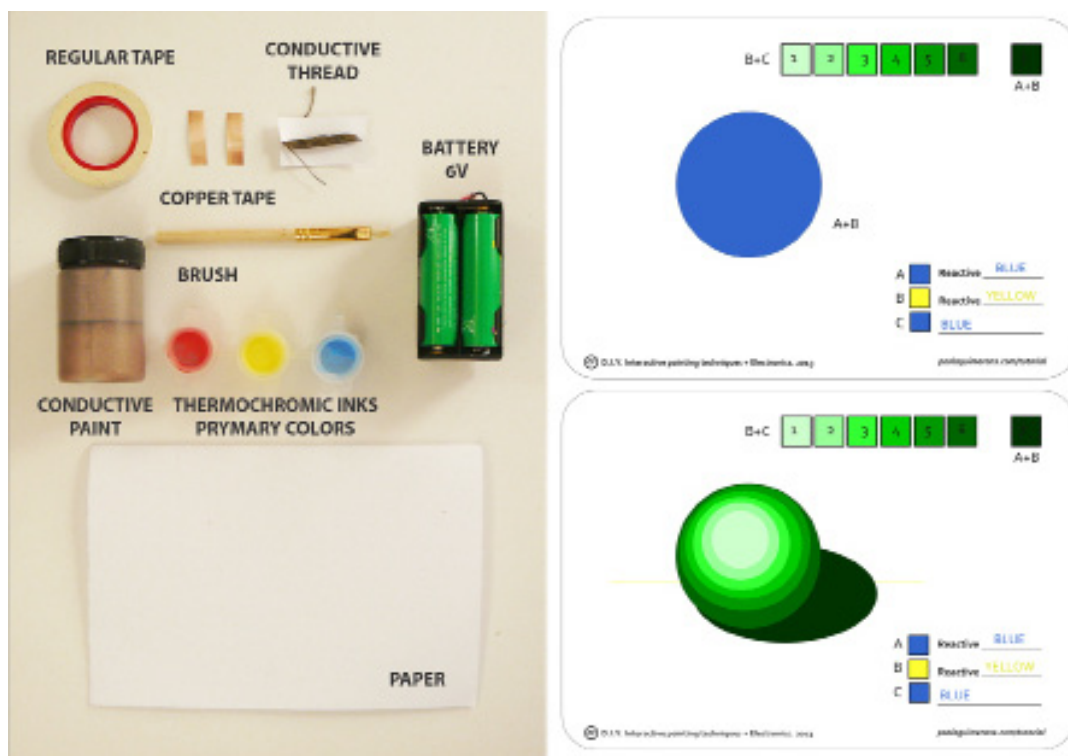
406 <http://makerfaire.com/mfarchives/craft-compatible-circuit-building-material-kit-to-teach-non-technical-people-color-theory-and-painting-techniques/> Febrero 2017

de la aparición de nuevas oportunidades para iniciarse a la electrónica básica a partir de un acercamiento a los conceptos básicos de la teoría del color. También, citaremos la serie de talleres *Wassily in Workshopland* que la autora diseñó mientras realizaba una residencia como parte del programa Artistasmac del Museo de Arte Contemporáneo de A Coruña. En estos talleres, se utilizaron materiales inteligentes y electrónica DIY para que los participantes pudieran explorar distintos procedimientos pictóricos e implementar interactividad y animación en sus pinturas. Con el objetivo de acercarse a la tecnología desde el arte, durante el taller los asistentes tomaron como referencia las pinturas del artista Wassily Kandinsky y realizaron una serie de ejercicios de composición de formas, color y texturas utilizando materiales inteligentes y tecnológicos junto a otros materiales artísticos tradicionales⁴⁰⁷. En esta línea, igualmente mencionaremos la publicación *D.I.Y. Interactive Painting Techniques + Electronics*⁴⁰⁸ presentada en el marco del congreso *Tangible and Embedded Interaction Conference* TEI13 en Barcelona. En este texto, la autora defiende la hipótesis de cómo actualmente un público no especializado puede aprender conceptos básicos de electrónica acercándose a práctica y técnicas artísticas propias de las artes visuales. Más recientemente, en el año 2016 destacamos, la colaboración con el *MFA Design and Technology* y el *Illustration Department* de la *Parsons The New School for Design* para realizar el taller *Collage & Soft Circuits*. Este taller se dirige a artistas visuales e ilustradores que quieran aprender nuevas técnicas que les permitan integrar nuevos materiales y tecnología en sus proyectos.

No obstante, estas serán sólo algunas de las investigaciones más destacadas que habría venido desarrollando en los últimos años, con el objetivo de detectar nuevos espacios de conexión entre las artes visuales y los e-textiles. Unas investigaciones que, como explicaremos a continuación, le habría llevado a vislumbrar, un posible nuevo uso de estas prácticas dentro del marco de enseñanza y aprendizaje de las Bellas artes.

407 Estos talleres se ofrecieron al público del museo como parte de la programación

408 Como parte de su participación también habría impartido un taller demostración en el FabLab de Barcelona, Guimeráns, Paola, *D.I.Y.: Interactive painting techniques + Electronics*. TEI13, Seventh International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, Barcelona, Spain (2013).



Visual E-Arts kit, set educativo para artistas visuales. Paola Guimeráns, *World Maker Faire*, NY (2013).

Así pues, esta aproximación no será totalmente nueva. Fundamentalmente, porque ya hace tiempo que la enseñanza de las Bellas Artes se habría abierto camino hacia un currículum de formación más divergente, de modelos de integración y de innovación educativa. Especialmente incrementando sus posibilidades sobre la base de nuevos ambientes creativos en los que se integran las nuevas tecnologías. Ahora bien, bajo nuestro entendimiento, esta situación se podría estar viendo ampliada. Particularmente, tras argumentar en este estudio la aparición de un momento histórico que propone llevar un modelo educativo transversal a todos los niveles de la educación. Un nuevo contexto, en el que en opinión de la artista Melissa Coleman y otros autores, las prácticas en el área de los e-textiles estarían siendo consideradas aptas para ser incluidas en Escuelas y Universidades de Arte⁴⁰⁹. Una situación que la autora de este trabajo también defenderá como resultado de esta investigación.

409 Coleman, Melissa y otros, *Dissemination of Knowledge of Electronic Textiles in Art Schools and Universities*. ISEA International ISEA2011, (2011).

3.1.1 El *workshop* como metodología de investigación [2010 - 2017]

Si bien en la educación artística conviven una gran variedad de estrategias de enseñanza, bajo nuestro criterio podríamos defender que el uso de los e-textiles ya se vislumbra como otra novedosa estrategia que nos permitiría vincular el arte tecnológico y el tradicional. De hecho, para defender esta hipótesis, vendríamos mostrando algunos ejemplos en donde las prácticas de los e-textiles se vinculan con disciplinas de la creación artística, con el objetivo de fomentar nuevas estéticas y formas de expresión plástica y visual. Una situación que, bajo nuestro criterio, estaría permitiendo la aparición de una fructífera investigación interdisciplinar. Así por ejemplo, áreas emergentes de estudio que nos permitirán reflexionar sobre el uso de los e-textiles, nuevos materiales y herramientas digitales en el proceso de la creación artística actual.

Bajo este contexto, la autora de este trabajo, como parte de su investigación artística⁴¹⁰, llevaría un tiempo explorando nuevas técnicas y procesos creativos DIY en el uso de los e-textiles aplicados a las artes visuales. Para ello, entre 2010 y 2017, habría diseñado e impartido una serie de talleres que tendrán como objetivo iniciar a un público no especializado en el área multidisciplinar de los e-textiles. Influenciada por la cultura maker y las teorías del teórico Mihaly Csikszentmihaly ⁴¹¹ estos talleres, se habrían pensado inicialmente, para estimular la creatividad, la creación y la innovación de los participantes. Asimismo, con el objetivo de idear y desarrollar una serie de actividades que pudieran favorecer no sólo el aprendizaje tecnológico sino también la apreciación estética, artística o visual. En todo caso, una novedosa forma de acercarse al aprendizaje de la programación y la electrónica, y también a la pintura o la costura, que habría sido posible gracias a la reciente apertura que se ha producido en el área de los e-textiles.

Es importante indicar, que para el diseño de estos talleres, se habría tomado como modelo de referencia el trabajo de otros educadores o artistas que ya antes habrían aproximado

410 Thornton, Alan, *Being an artist teacher: A liberating identity?* International Journal of Art & Design Education, 30(1), (2011). pp. 31–36.

411 Csikszentmihályi, Mihály, *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper and Row. (1990)

el taller como metodología de investigación como *Scrapyard Challenge workshops*⁴¹² *Scrapyard Challenge and Soft Circuit workshops*⁴¹³, *High-Low Tech workshops* or *Kit-of-Not-Parts workshops*⁴¹⁴, entre otros.

En total desde el año 2010, la autora de este estudio llevaría impartidos más de 50 talleres prácticos en contextos mayoritariamente ajenos a la producción académica entre los Estados Unidos Europa y Asia. En relación a los resultados obtenidos, una de las observaciones más comunes ha sido advertir que la realización de técnicas y procesos creativos DIY vinculados al área de los e-textiles estaría favoreciendo la creación de novedosas formas de producción artística aptas para todo tipo de personas. Igualmente, cómo esta área de estudio emergente, estaría ofreciendo, grandes e interesantes oportunidades para la exploración y desarrollo de nuevas prácticas educativas en las que, el arte y el diseño, se integran dentro de disciplinas científicas y tecnológicas.

En esta investigación, en relación a la participación y el perfil de los asistentes, se ha observado un especial interés por parte de una generación de creativos, por querer conocer nuevos materiales tecnológicos, y también por aprender programación y electrónica. Una situación, que destacamos especialmente en esta Tesis Doctoral, tras apreciar en estos talleres, una alta participación de docentes y estudiantes con formación en los diferentes ámbitos académico de las Bellas Artes. Algunos de estos participantes habrían mostrado su interés por querer iniciarse en el ámbito de los e-textiles, pues esto le permitiría vincular distintas disciplinas de la creación artística, tanto las tradicionales como las más actuales. Otros, estarían más interesados en querer conocer las nuevas salidas profesionales que el área multidisciplinar de los e-textiles ofrece. También es importante mencionar que algunos participantes habrían transmitido su interés queriendo incorporar estos nuevos materiales y técnicas a disciplinas con las que actualmente ya estarían trabajando, sugiriendo algunos la serigrafía o el grabado. De hecho, un alto número de docentes habría

412 Moriawaki, Katherine y Brucker-Cohen, Jonathan. *Lessons From The Scrapyard: Creative Uses of Found Materials within a Workshop Setting*, AI & Society, Springer (2006) pp.1-20.

413 Moriawaki, Katherine y otros. *Scrapyard challenge and soft circuits: introducing electronic hardware design and electronics to artists and designers within an educational setting*. In Proceedings for INTED2012. IATED, Valencia (2012)

414 Perner-Wilson, Hannah, A Kit-of-No-Parts" MIT MS Thesis (2011)

mostrado su interés por querer aprender estos procesos creativos DIY con la intención de incorporar este conocimiento en su actual currículo académico.

Como consecuencia, estos resultados le habrían permitido a la autora de este estudio, vislumbrar y defender la incorporación del área multidisciplinar de los e-textiles como una posible parte del proceso de integración de la tecnología en las Bellas Artes. Una situación que, a nuestro parecer, sería muy beneficiosa para por ejemplo poder iniciar a toda una generación de perfiles creativos, a la programación y a electrónica DIY . Particularmente, con el objetivo de impulsar y fomentar el desarrollo de su capacidad artística y de innovación, experimentando con electrónica y nuevos materiales tecnológicos. Para defender estas afirmaciones, a continuación describiremos las observaciones específicas obtenidas en algunos de estos talleres.

Para consultar la lista completa de talleres, documentación fotográfica e información más detallada véase: <http://paolaguimerans.com/>

TALLER SOFT CIRCUITS

American University of Sharjah, Dubai. 2017



Este taller teórico-práctico sirve como iniciación a las nuevas posibilidades que la electrónica creativa y las herramientas de código abierto ofrecen para el desarrollo de proyectos interactivos. El taller está orientado a estudiantes de diseño y comunicación visual que quieran aprender electrónica DIY e incorporar el uso de nuevos materiales tecnológicos e inteligentes en su trabajo⁴¹⁵.

Descripción del taller

El primer día comienza con una breve introducción teórica que explica cómo desde los años 90 se ha producido una apertura en el campo de los e-textiles y la tecnología vestible, así como las oportunidades creativas que esta situación ofrece. Luego, se detalla una lista de nuevos materiales y sus posibles aplicaciones en proyectos artísticos.

415 <https://softcircuitscaad.wordpress.com/> Febrero 2017

A continuación, se ofrece a los estudiantes un kit de materiales y se les anima a construir de manera intuitiva y creativa su primer circuito electrónico en papel. El segundo día, durante la primera parte, se explican los potenciales creativos que ofrece la integración de la electrónica en textiles y se presentan varias técnicas DIY sobre cómo crear sensores en textil. Como actividad, los estudiantes aprenden a bordar un circuito en tela. A lo largo de la segunda parte, se explica cómo funciona la placa *Makey Makey* y se invita a los estudiantes a que realicen una pintura musical interactiva. Para esta actividad se les anima a que utilicen materiales tecnológicos junto a otros materiales artísticos, como la acuarela o el acrílico.



Fotos del taller Soft Circuits

El tercer día, se propone a los estudiantes una primera toma de contacto con la plataforma Lilypad Arduino, con la intención de iniciarles al campo de la computación física. También se experimenta con materiales inteligentes. Finalmente, el último día, los estudiantes realizan un prototipo de un posible proyecto interactivo basándose en lo que han aprendido durante el taller.

Observaciones

Este taller tuvo una duración de 4 días en los que pudimos observar como las técnicas DIY derivadas del ámbito de los e-textiles pueden resultar favorables para que perfiles creativos sin experiencia previa en este ámbito puedan adquirir conocimientos básicos de electrónica e iniciarse al campo de la programación. En todo caso, potenciándose durante este proceso de aprendizaje el trabajo creativo, artístico y manual. Si hacemos un balance del taller, destacamos en general el interés de los estudiantes por querer expresarse plásticamente con diferentes técnicas y medios artísticos. Igualmente, la rápida adopción de los nuevos materiales con la intención de utilizarlos en el desarrollo de futuros proyectos. Finalmente, también señalamos que en el taller participaron mayoritariamente mujeres.

Este taller está diseñado específicamente para los estudiantes de diseño gráfico y comunicación visual de la **American University of Sharjah** en los Emiratos Árabes. El taller surge a partir de la invitación de la profesora Rita Saad, con el objetivo de detectar si la incorporación de estos nuevos materiales y técnicas de construcción de e-textiles resulta favorable para que estudiantes con este perfil académico puedan tomar interés por a electrónica y a la computación física.

TALLER TEXTILES Y CIRCUITOS

Hirikilabs, laboratorio ciudadano Tabakalera, Donostia. 2016



Este taller práctico DIY sirve como iniciación a las nuevas posibilidades creativas que ofrecen los textiles electrónicos aplicados al ámbito doméstico y personal. El objetivo de la actividad es aprender a construir y diseñar un tope de puerta combinando fieltro, tela vaquera y otros textiles reciclados. Durante el taller, se adquirirán conocimientos de electrónica básica, y se desarrollarán destrezas manipulativas como coser, cortar o pegar.

Descripción del taller

El taller comienza con una breve introducción al corte láser y su funcionamiento. Particularmente, porque algunos asistentes optarán por utilizar esta máquina para crear sus propios patrones utilizando textiles reciclados. A continuación, cada participante recibe un kit que contiene una plantilla prediseñada⁴¹⁶ y todos los materiales tecnológicos.

416 <https://www.instructables.com/member/Paola%20Guimerans/instructables/> Febrero 2017

Tras una breve exploración, e identificación de los materiales, se explica con una presentación teórica a los asistentes qué es un hilo conductor de electricidad y cómo se utiliza para construir un circuito. Para ello, particularmente se detalla el uso y funciones del kit *DIY Electro-Fashion*, fabricado por la empresa británica Kitronic.



Fotos del taller Textiles y Circuitos

Al terminar la presentación, se invita a los participantes a que comiencen a integrar el circuito en su proyecto, siguiendo las instrucciones del diagrama que aparece en la plantilla. Una vez que han terminado de coser el circuito, y que este está funcionando correctamente, se utilizan rotuladores textiles y retales de colores para que los proyectos queden visualmente atractivos.

Observaciones

El taller tuvo una duración de 4 horas, en las que pudimos observar cómo los asistentes, además de adquirir conocimientos de electrónica básica, también pudieron afianzarse en su manejo con la aguja y herramientas como la máquina de coser o la máquina de corte láser. El uso del kit funcionó adecuadamente para que los asistentes pudieran tener un acercamiento intuitivo y fácil al proceso de aprendizaje de la tecnología. Durante el desarrollo de la actividad, destacamos la actitud de todos los participantes por querer expresarse plásticamente. Especialmente, queriendo elegir los colores de los textiles o explorando nuevas alternativas visuales para terminar su proyecto. En general, al finalizar el taller, los asistentes manifestaron que esta primera aproximación a la electrónica les había parecido una experiencia positiva y muy creativa.

El taller estaba dirigido a los ciudadanos en general, pero destacamos entre los asistentes la participación de arquitectos y docentes de las Bellas Artes. Este taller se impartió en el laboratorio ciudadano **Hirikilabs de Tabakalera Centro Internacional de Cultura Contemporánea** ubicado en San Sebastián en el marco del proyecto #caseando. Este proyecto, puesto en marcha por el vivero de iniciativas ciudadanas, promoviendo este tipo de talleres prácticos, tiene como objetivo hacer reflexionar a los ciudadanos sobre las posibilidades que ofrecen la autoconstrucción y las tecnologías abiertas.

TALLER TEXTILES Y ELECTRÓNICA CREATIVA

Cristóbal Balenciaga Museoa, Getaria. 2016



Este taller de tecnología aplicada a la moda sirve como una iniciación básica a la electrónica creativa para padres e hijos. El objetivo de la actividad es aproximar a los asistentes a técnicas educativas lúdicas que les permitan construir circuitos electrónicos, experimentar con nuevos materiales y explorar los potenciales creativos que ofrece la integración de la electrónica en textiles o papel.

Descripción del taller

El taller comienza con una breve introducción a los padres del modelo educativo STEAM. En este sentido, se explica como la integración de los e-textiles en el aula puede facilitar a sus hijos el desarrollo de habilidades y competencias relacionadas con la creatividad y la innovación. Posteriormente, los participantes reciben un kit para el desarrollo de la

actividad que contiene una plantilla⁴¹⁷ y todos los componentes electrónicos y materiales artísticos necesarios para realizarla. En este momento, se abordan los principios de la electrónica básica y también las propiedades de nuevos materiales creativos como el hilo, el adhesivo o los textiles conductores de electricidad. A continuación, se anima a los participantes a que, siguiendo las instrucciones del diagrama que aparece en la plantilla, incluyan un circuito electrónico como parte de una ilustración impresa en papel que muestra un vestido del diseñador de moda Cristóbal Balenciaga.



Fotos del taller Textiles y Electrónica Creativa

Una vez que los participantes han terminado de realizar el circuito, se les invita a colorear la ilustración y a incorporarle trozos de papel o retales de encaje, para personalizar su proyecto y que quede visualmente atractivo. Posteriormente, se anima a padres e hijos a trabajar en equipo para diseñar un nuevo proyecto. Este proyecto consistió en idear un complemento inteligente o vestible.

417 Este kit está específicamente diseñado por la autora de este estudio para este taller y en Internet se puede encontrar el tutorial. <https://www.instructables.com/member/Paola%20Guimerans/instructables/> Febrero 2017

Observaciones

Este taller tuvo una duración de 4 horas en las que padres e hijos pudieron experimentar con materiales tecnológicos y fomentar su creatividad a través de prácticas lúdicas y colaborativas. Durante el taller, los participantes además de adquirir conocimientos de electrónica básica, también desarrollaron destrezas manipulativas como coser, cortar o pegar. Este taller al ser en familia, favoreció el conocimiento de los hijos y la empatía hacia ellos.

Este taller se impartió en el **Museo Cristóbal Balenciaga** situado en Getaria, en el País Vasco. Concretamente, en el marco de la muestra 'Balenciaga a través del encaje' dentro de las actividades para familias que propone el museo en su programa de educación. El taller estaba dirigido a adultos y niños de entre 6 y 12 años de edad.

TALLER MODA Y ELECTRÓNICA DIY

Escola Unitaria, Santiago de Compostela.2016



Este taller teórico-práctico de tecnología aplicada a la moda se presenta como una aproximación a las nuevas posibilidades creativas y estéticas de la electrónica DIY. El objetivo de la actividad es que los asistentes aprendan a construir circuitos electrónicos, y que experimenten con materiales inteligentes. Asimismo, que exploren los potenciales creativos y el gran abanico de posibilidades expresivas, que actualmente ofrece la integración de la electrónica en textiles.

Descripción del taller

El taller comienza con una breve presentación histórica sobre los retos y oportunidades que ofrece la electrónica DIY aplicada a la moda. A continuación, se entrega a los asistentes un kit que contiene diferentes componentes electrónicos y nuevos materiales tecnológicos. Tras una breve explicación sobre las características y usos de estos materiales, se realiza una demostración de cómo coser un circuito electrónico en una pieza textil. Luego, se

invita a los participantes a que comiencen a diseñar en un papel un posible prototipo de proyecto vestible. Antes de que comiencen a fabricarlo, se presentan varias técnicas DIY sobre cómo crear sensores blandos. Tomando como referencia los trabajos documentados en Internet por la pionera Hannah Perner-Wilson, se enseña paso a paso como construir tres tipos de sensores, combinando textiles e hilos conductores de electricidad. También, se realiza una introducción a la programación y la electrónica en el diseño de moda a través de la plataforma Lilypad Arduino.



Fotos del taller Moda y Electrónica DIY

A partir de este instante, los asistentes comienzan a trabajar en sus proyectos de manera libre. En este momento, se les anima a reconocer los diversos materiales tecnológicos y aprender a diferenciar sus características cuando son utilizados con otros tradicionales. La sesión termina con una introducción teórico-práctica sobre materiales inteligentes y sus aplicaciones en la moda, el teatro y el arte.

Observaciones

Este taller tuvo una duración de 8 horas, en las que pudimos observar cómo una vez adquiridos los conocimientos técnicos, inmediatamente se comenzó a despertar la imaginación y la creatividad en los participantes para crear sus propios prototipos. Para la realización de estos proyectos, los asistentes utilizaron principalmente la técnica de la costura. Tras aprender a combinar telas, hilos y lanas conductoras de electricidad, junto a otros materiales no conductores para crear sus circuitos, la mayoría de los asistentes consiguieron realizar extraordinarios efectos y composiciones visuales.

El taller, estaba dirigido a cualquier tipo de persona que quisiera iniciarse en el campo de los e-textiles y la tecnología vestible. Un dato importante es que sólo participaron mujeres. Entre las asistentes, destacamos un grupo de estudiantes de la Facultad de Bellas Artes de Pontevedra. También, a profesionales de las artes escénicas y a un grupo de profesoras de la Escola de Arte e Superior de Deseño Mestre de Santiago de Compostela, que participaron en el taller con el objetivo de poder posteriormente incorporar la actividad como parte de su currículo académico.

El taller se realizó en la **Escola Unitaria**, un espacio multidisciplinar y colaborativo situado en Santiago de Compostela. Esta escuela, tiene como objetivo principal el desenvolvimiento de acciones formativas destinadas a profesionales principalmente de las áreas audiovisuales, nuevas tecnologías, diseño, DIY o cómic, entre otras.

TALLER COLLAGE & SOFT CIRCUITS

MFDT Parsons The New School for Design, New York. 2016



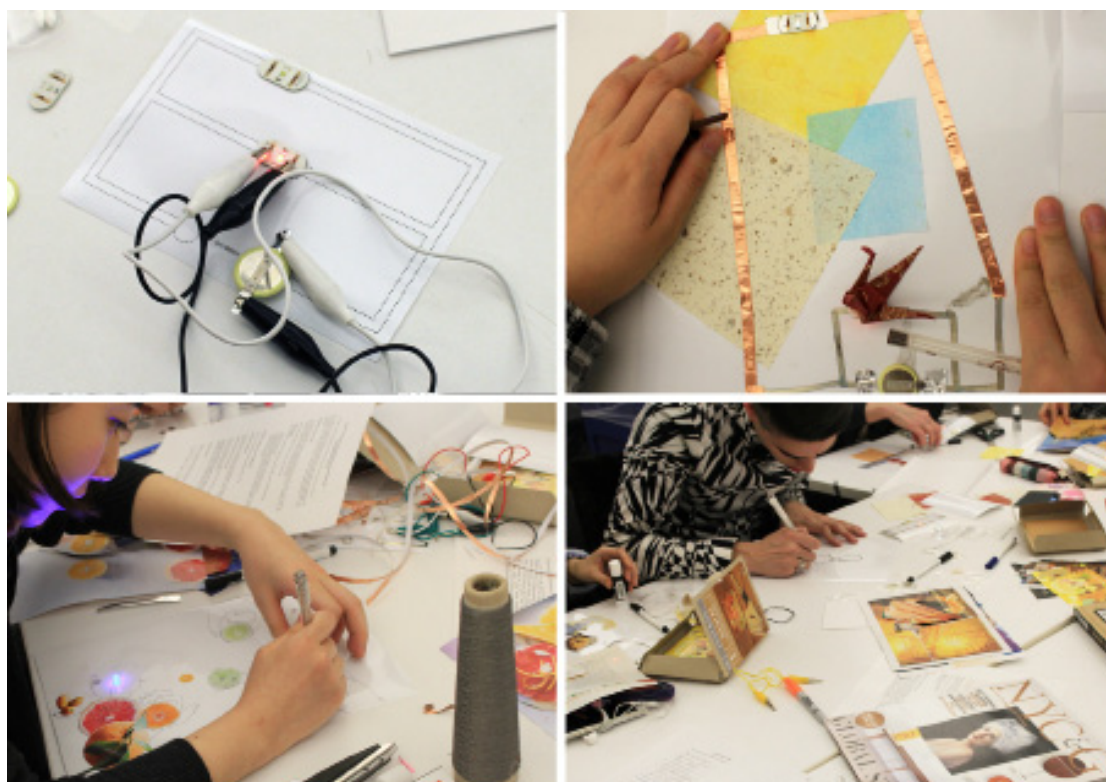
Este taller sirve como iniciación a las nuevas posibilidades creativas que ofrecen los e-textiles aplicados a las artes visuales. A partir de la creación de un *collage*, el objetivo del taller es aproximar a los participantes a técnicas de construcción DIY con electrónica para que estos puedan explorar formas emergentes de expresión plástica y visual.

Descripción del taller

El taller comienza con una breve introducción teórica que explica cómo recientemente se ha producido un acercamiento entre las Bellas Artes y la electrónica⁴¹⁸. Posteriormente, se presenta a los asistentes el rotulador Agic, que está compuesto por una tinta conductora de electricidad. Tras una breve explicación de donde podemos comprar este material y

418 La imagen de la portada pertenece a este taller y muestra el trabajo de la estudiante Na Kyung Kim <http://es.slideshare.net/conexiones/paola-guimerans-softcircuits> Febrero 2017

sus características, se realiza una demostración de cómo utilizarlo. Para ello, se dibuja un circuito electrónico directamente en papel utilizando este rotulador. Una vez que se termina de realizar la demostración, se entrega a los participantes un kit completo con todos los materiales necesarios para que ellos mismos puedan dibujar su propio circuito en papel. Para ello, se les da a elegir, entre seguir las indicaciones de una plantilla prediseñada o dibujar el circuito siguiendo su criterio, de un modo intuitivo y exploratorio.



Fotos del taller Collage & Soft Circuits

Una vez que han terminado, se muestra un ejemplo de un *collage* interactivo que la autora de este estudio ya habría documentado paso a paso en Internet⁴¹⁹. A partir de aquí se invita a los asistentes a que comiencen a realizar su propio proyecto artístico. Especialmente, se les comenta que elijan diferentes pedazos o retales de revistas, pensando en que van a incluir en su collage un material que es luminoso. De hecho, se les invita a que experimenten con diferentes texturas y materiales para procurar nuevas estéticas y combinaciones de color.

419 <https://www.instructables.com/member/Paola%20Guimerans/instructables/> Febrero 2017

Observaciones

El taller tuvo una duración de 4 horas, que nos permitieron observar que es posible potenciar la creatividad y la expresividad utilizando nuevos materiales provenientes del campo de investigación de los e-textiles y la tecnología vestible. Durante el taller, los participantes se centraron en el aprendizaje de la electrónica y en crear un *collage* interactivo. En este proceso, destacamos la rápida adopción de los e-textiles como material artístico y creativo. Especialmente, tras percibir la utilización del rotulador Agic y el uso de los componentes tecnológicos como otro material más para la expresión visual.

En el taller, participaron principalmente ilustradores, artistas visuales y docentes del arte. Este taller, se realiza en colaboración con el *MFA Design and Technology* y el *Illustration Department* de la **Parsons The New School for Design de New York**, y tiene como objetivo detectar si estos nuevos materiales tecnológicos podrían resultar interesantes para perfiles creativos con formación en Bellas Artes y sin experiencia en electrónica.

TALLER MODA Y TECNOLOGÍA

Escuela Superior de Diseño, Madrid. 2016



Este taller teórico-práctico sirve como iniciación a las nuevas posibilidades creativas que ofrece la tecnología aplicada al sector de la moda. El objetivo del taller es introducir a los participantes en los potenciales creativos que ofrece la integración de la electrónica DIY en textiles. Este taller sirve de iniciación básica a la electrónica y exploración de nuevas técnicas para la integración de tecnología en textiles.

Descripción del taller

El taller comienza con una breve introducción teórica a la historia de la moda y tecnología. A continuación, los asistentes reciben todos los componentes electrónicos y materiales necesarios para construir su primer circuito. Tras una breve explicación sobre las propiedades y usos de materiales tecnológicos como el hilo o los textiles conductores de electricidad, se realiza una introducción a los principios de la electrónica básica. En este

momento, se invita a los participantes a que exploren e integren libremente un circuito en una pieza textil. Una vez que los asistentes han terminado de coser su circuito, se ofrece una iniciación a LilyTiny Arduino, una pequeña placa para e-textiles que no necesita programación. A continuación, se invita a los asistentes a que diseñen un complemento de moda y a que, utilizando la placa, le incorporen diferentes funcionalidades para convertirlo en interactivo.



Fotos del taller Moda y Tecnología

Con el objetivo de despertar la creatividad, en este momento se muestran varios ejemplos de proyectos actuales provenientes del campo de la moda y la tecnología. Especialmente, para animar a los participantes a que realicen una reinterpretación personal, y que descubran a través de su experiencia con los e-textiles, como esta vinculación favorece nuevas estrategias de comunicación y de convivencia entre disciplinas. La sesión termina con una introducción teórico-práctica sobre materiales inteligentes y sus posibles aplicaciones en el arte y la moda.

Observaciones

El taller tuvo una duración de 8 horas, y en este tiempo observamos, como los participantes pudieron explorar y reconocer diversos materiales tecnológicos mediante la utilización de la electrónica DIY aplicada a la moda. Igualmente nos percatamos de que, una vez que los asistentes comprendieron cómo funciona un circuito electrónico, fue muy fácil despertar y dinamizar la imaginación y la creatividad para que visualmente desarrollaran sus proyectos. Al finalizar el taller, los participantes adquirieron los conocimientos necesarios para poder iniciarse en herramientas de código abierto como LilyPad Arduino. También recibieron una lista de recursos y tutoriales DIY para poder elaborar proyectos interactivos.

Este taller, que se impartió dentro de los cursos de verano que organiza el **centro público Artediez**, estaba abierto a todos los creativos y diseñadores de moda de la ciudad de Madrid. No obstante, en el taller participaron mayoritariamente sus estudiantes y uno de sus profesores, este último mostró un especial interés en incorporar la actividad realizada como parte de su currículum académico.

TALLER E-TEXTILES ART

Bilbao Art District, Bilbao. 2015



Este taller práctico sirve como iniciación al campo de los e-textiles. El objetivo de la actividad es experimentar con materiales inteligentes y explorar los potenciales creativos que ofrece la integración de la electrónica en textiles. A partir de la realización de técnicas DIY de estampación directa en textil, este taller invita a los asistentes a fabricar sus propios circuitos.

Descripción del taller

El taller comienza con una introducción a técnicas manuales de estampación textil, lo que permite a los participantes familiarizarse con procesos *low tech* de serigrafía. Luego, cada participante recibe un kit con todos los materiales electrónicos necesarios para incluir un circuito en una bolsa de tela. Tras una breve explicación a las propiedades que tienen estos materiales tecnológicos, se abordan los principios de la electrónica básica y las propiedades de nuevos materiales tecnológicos, como el hilo o los textiles conductores

de electricidad. A continuación, se explican los fundamentos del color y como funcionan las pinturas reactivas aplicadas al textil. Posteriormente, se invita a los asistentes a que comiencen a realizar su proyecto. Antes de comenzar, se les da la opción de elegir alguno de los *stenciles* que se han traído específicamente para el taller, o de diseñar ellos mismos el *stencil* que quieren estampar en el textil. En este momento, también se anima a definir en donde quieren incluir el circuito electrónico.



Fotos del taller E-textile Art

Una vez que los asistentes han elegido qué diseño quieren estampar, algunos comienzan a coser el circuito en el textil. Otros, optan por explorar las posibilidades creativas y estéticas que ofrecen las pinturas reactivas al calor. Para ello, combinan estos materiales inteligentes junto acrílicos especiales para aplicar en textil. Finalmente, todos consiguen terminar su proyecto.

Observaciones

Este taller tuvo una duración de 4 horas, y en este tiempo pudimos observar cómo los participantes, a través del desarrollo de técnicas estampación DIY y el uso de la pintura, pudieron aprender a construir circuitos electrónicos. Durante el taller, los asistentes experimentaron en el uso de las pinturas reactivas al calor aplicadas al textil, que por sus propiedades se podrían perfectamente considerar como un material propio de las Bellas Artes. En todo caso, los e-textiles se utilizaron, no solo sólo para adquirir un aprendizaje tecnológico, sino también para desarrollar una apreciación estética, artística y visual. Durante el taller, se invitó a trabajar en pequeños grupos, con el objetivo de fomentar el interés por aprender nuevas técnicas de manera colaborativa.

Este taller se impartió en colaboración con la asociación Trucarec y el espacio cultural Espacio Puerta durante la semana de las artes **Bilbao Art District**, una iniciativa público-privada impulsada desde el Ayuntamiento, cuyo objetivo principal es apoyar y poner en valor el sector de las artes visuales de la ciudad. En el taller participaron todo tipo de personas, destacando la participación de profesionales del sector de la moda.

TALLER ÉLECTRONIQUE ET COUTURE

isdaT-institut supérieur des arts, Toulouse. 2014



Este taller teórico-práctico está dirigido a estudiantes de diseño de producto que quieran aprender nuevas metodologías y conocer materiales que les permitan conceptualizar y desarrollar sus propios proyectos con tecnología. El taller sirve como iniciación a técnicas de construcción de e-textiles y a herramientas de código abierto como Lilypad Arduino.

Descripción del taller

El primer día de taller comienza con una introducción a las nuevas posibilidades creativas que ofrecen los e-textiles aplicados al diseño de producto. A continuación se ofrece a los estudiantes un kit de materiales y se les anima a construir de manera intuitiva su primer circuito electrónico en papel. Para esta actividad, se explican diversas técnicas básicas del plegado de papel con el objetivo de integrar este circuito en una figura tridimensional. El segundo día, se presentan las nuevas posibilidades expresivas, que actualmente ofrece la

integración de la electrónica en textiles. También, se explican varias técnicas DIY sobre cómo crear sensores blandos con textiles conductores y resistivos. Como actividad, se anima a los estudiantes a que desarrollen un prototipo de un producto textil. Para este proyecto, reciben un kit DIY que contiene diferentes materiales y componentes electrónicos. Además, se les presenta la plataforma Instructables y se les anima a que tomen inspiración de otros proyectos. A partir de este momento se les da libertad creativa y artística para diseñar su propio producto, utilizando los materiales o técnicas que ellos consideren necesarios.



Fotos del taller Électronique et Couture

El tercer día, se realiza una introducción a la programación y la electrónica a través de la plataforma Lilypad Arduino. A continuación, se invita a los estudiantes a que diseñen una instalación interactiva o que hagan un prototipo de producto inteligente. El último día, se realiza una exposición con todos los proyectos.

Observaciones

Este taller tuvo una duración de 4 días que nos permitieron observar cómo iniciar en técnicas de construcción de e-textiles y herramientas de código abierto a estudiantes de diseño de producto sin experiencia previa en este campo, puede favorecer su desarrollo de la capacidad de innovación y estética. Asimismo, fomentar su interés por aprender electrónica y programación.

Este taller se realizó en la escuela **isdaT-institut supérieur des arts de Toulouse**. Los resultados de los estudiantes se mostraron en una exposición que formó parte de la *6ème édition Week-End de l'Art Contemporain del'agglomération Toulousain*⁴²⁰. Es importante mencionar que todas las estudiantes que participaron eran mujeres.

420 <http://paolaguimerans.com/beauxarts/> Febrero 2017

TALLER E-TEXTILES

Domus / Museos Científicos Coruñeses (=mc2), A Coruña. 2013



Este taller sirve de iniciación básica a la electrónica y exploración de nuevas técnicas para la integración de la tecnología en textiles. El objetivo es familiarizar a los alumnos con nuevas metodologías y materiales, para que estos puedan fabricar un prototipo de un dispositivo electrónico *wearable*.

Descripción del taller

El taller comienza con una demostración de cómo coser un circuito electrónico en una pieza textil. Para ello, se realiza una breve introducción a los principios de la electrónica básica y se explica a los participantes qué es un hilo o un textil conductor de electricidad. Luego, se muestran algunos proyectos y se invita a los asistentes a que ellos mismos construyan su propio circuito. Para ello, se les entrega un e-textile kit con todos los materiales necesarios para llevar a cabo la actividad.

Al rato que hayan comenzado a coser su circuito, se les introducen varias técnicas DIY sobre cómo crear fabricar sensores utilizando textiles conductores de electricidad. En este instante, también se les anima a que inspirados por lo que han aprendido hasta el momento, diseñen en un papel un posible proyecto que les gustaría realizar. Como sugerencia, se les propone que ideen una carcasa textil que se podría integrar en un dispositivos electrónicos que se incorpore en alguna parte de nuestro cuerpo.



Fotos del taller E-textiles

A partir de este momento, los asistentes comienzan a trabajar de manera libre. La sesión termina con un *Elevator pitch*, y todos los asistentes realizan una presentación de cinco minutos en público con la intención conseguir un posible inversor para su proyecto.

Observaciones

El taller tuvo una duración de 4 horas, suficientes para percibir cómo un e-textile kit resulta apto para iniciar a jóvenes a nuevas técnicas para la integración de tecnología en textiles. También, para fomentar aptitudes creativas y artísticas. Especialmente porque, durante toda la actividad, los asistentes, tuvieron la oportunidad de coser, cortar, componer o expresar sus ideas a través del dibujo.

Este taller se imparte como una de las actividades dentro del proyecto comunitario de divulgación científica KiiCS (*Knowledge Incubation in Innovation and Creation for Science*) en el **Domus, Museos Científicos Coruñeses (=mc2) de A Coruña**. Este proyecto europeo, emerge como una propuesta innovadora para reunir a personas creativas, científicos y jóvenes en un proceso de co-creación para la innovación. Entre sus objetivos se encuentran diseñar actividades para atraer a jóvenes de entre 14 y 17 años al mundo de la ciencia y la tecnología, incubar la ciencia, el arte y la tecnología a través de acciones multidisciplinares, o crear oportunidades de negocio si las ideas de ciencia, arte y tecnología tienen la suficiente calidad e interés como para llegar al mercado.

PARTE III

Análisis y conclusiones

4. Análisis y conclusiones

Esta investigación pretende señalar la aparición de nuevas oportunidades educativas y artísticas, ambas vinculadas al campo de los e-textiles en el marco de una cultura colaborativa y participativa, propia de la era digital. Para valorar este novedoso enfoque, hemos considerado cómo la reciente facilitación de la experiencia tecnológica, unida a la creatividad del artista y al acceso a nuevos materiales tecnológicos, habría logrado instaurar un nuevo campo de investigación y exploración para el desarrollo de nuevos recursos en este sector.

Para llegar a estas afirmaciones, desde la práctica individual de una diseñadora, docente y artista que trabaja con los nuevos medios, la autora de este trabajo vendría realizando en los últimos años un trabajo de campo en el área de los e-textiles y la tecnología vestible. Así, con esta investigación habría querido demostrar cómo por ejemplo, técnicas tradicionales como la pintura o el dibujo pueden facilitar un acercamiento al aprendizaje de la programación y la electrónica. Particularmente, con la intención de señalar un modelo emergente de investigación, en el que se vislumbran posibles nuevas pautas para una disolución del aislamiento pedagógico que, en numerosas ocasiones, experimentan las artes visuales.

En cualquier caso, el cuerpo fundamental de este trabajo, se ha centrado en realizar no sólo un trabajo de campo, sino también una extensa investigación de fuentes bibliográficas. El objetivo es señalar el nacimiento de un contexto histórico idóneo para el desarrollo de novedosas formas de educación desde un enfoque interdisciplinario. Para ello, lo primordial habría sido definir un paradigma emergente en el que las prácticas DIY, la aparición de nuevos materiales y las herramientas de código abierto permitirían diversificar y conectar el aprendizaje tecnológico y la innovación con el desarrollo de la capacidad creativa y la expresión plástica y visual.

Consideraremos pertinente señalar que el periodo de estudio para la realización de este trabajo se ha desarrollado en un margen de siete años. Durante este tiempo, tanto en los Estados Unidos como en Europa, hemos sido testigos de cómo el conocimiento libre, la racionalidad compartida y el pensamiento comunal se han convertido en una variación del saber común. Asimismo, hemos asistido al nacimiento de la cultura maker, al movimiento educativo STEM to STEAM, el auge de la Web 2.0 y a la proliferación de nuevos espacios de aprendizaje colectivo. En definitiva, hemos sido partícipes de la aparición de diversos fenómenos que en muy poco tiempo habrían afectado de manera considerable al desarrollo y la apertura del área multidisciplinar de los e-textiles.

Dada la actualidad del tema de esta Tesis Doctoral, además de los objetivos generales que constatan la idoneidad de las principales hipótesis y que comprueben la validez de este trabajo, se considera pertinente definir en las conclusiones qué aportes concretos derivan de esta investigación. Particularmente, cuáles son las oportunidades y retos que, a nuestro parecer, surgen vinculados a este estudio. En todo caso, con la intención de poder definir nuevos contextos en los que la incorporación de los e-textiles podría favorecer la teorización e integración del arte y el diseño dentro de disciplinas científicas y tecnológicas.

Así, a nivel artístico, entendemos que la reciente apertura del campo de los e-textiles y la tecnología vestible estaría ofreciendo múltiples oportunidades para que los artistas contemporáneos puedan investigar diversos modos de producción y conceptos en la relación arte, ciencia y tecnología. Una innovadora forma de trabajar e investigar entre disciplinas, muy beneficiosa para que una generación de creativos pueda explorar y fomentar aspectos visuales, conceptuales, y técnicos tanto para la implementación de sistemas interactivos como para el desarrollo de proyectos tecnológicos. En cualquier caso, un terreno fértil para la experimentación que, además de recuperar las actividades manuales y artesanales, estaría contribuyendo a ampliar y diversificar la educación actual. Una situación que percibimos como favorable para el desarrollo de procesos de innovación asociados al arte y la cultura digital.

A nivel educativo, entendemos como necesaria e importante la incorporación del campo de los e-textiles a la educación. Para la defensa de esta conclusión, nos habríamos basado en que integrar arte y diseño en disciplinas STEM se ha convertido recientemente en uno de los objetivos de la planificación educativa de varios países del mundo. Un nuevo modelo interdisciplinar, extensible en todas las áreas educativas, donde el uso de los e-textiles ya se defienden como aptos para el desarrollo de habilidades y competencias relacionadas con la creatividad y la innovación.

Así pues, en lo concerniente a las oportunidades pedagógicas que consideramos que esta inclusión de los e-textiles representa para la educación primaria y educación secundaria, especialmente destacamos un posible enriquecimiento entre el área de la educación plástica y el área de educación tecnológica y el uso de las TIC. Una situación que concluimos favorable a la hora de fomentar entre los estudiantes las vocaciones científico-tecnológicas, tan necesarias para nuestro futuro. También, se trata de una situación propicia para poder desarrollar y crear nuevas actividades y productos educativos DIY, diseñados para acercar la tecnología especialmente al alumnado femenino, aunque no de forma exclusiva.

En lo tocante a las oportunidades de inclusión que el campo de los e-textiles representa para la educación superior, específicamente en el área de Bellas Artes y Diseño, señalamos la eclosión de un terreno fértil para explorar novedosos territorios, todos ellos estratégicos en la investigación y la enseñanza entre múltiples disciplinas. Así, por ejemplo, para la construcción de propuestas de curriculares o para la concepción de programas que ofrezcan un enfoque interdisciplinario e integrador en donde los e-textiles se incorporan en áreas como el diseño gráfico, el diseño visual, la moda, la ilustración, las artes digitales o las artes gráficas, entre otras. Hemos concluido lo expuesto tras valorar y analizar los resultados obtenidos en algunos de los talleres. Unos resultados que, según nuestro criterio, serán solamente el atisbo de un nuevo paradigma de conocimiento, en el que ya se habría puesto en cuestión un sistema educativo basado, fundamentalmente, en la separación histórica entre las ciencias y las humanidades.

Dado que las inquietudes principales que vertebran esta Tesis Doctoral se encuentran relacionadas con cuestiones vigentes, nos gustaría subrayar especialmente en este análisis la ventaja de la posible aparición de un entendimiento de la tecnología como un material creativo. Una situación derivada de la apertura del área de los e-textiles, las metodologías del autoaprendizaje y el aprendizaje cooperativo que estaría permitiendo poner el arte, la tecnología y la ciencia al alcance de todo tipo de públicos.

Asimismo, destacamos particularmente en estas conclusiones la notable contribución de la mujer a la apertura del campo multidisciplinario de los e-textiles. Una situación que consideramos significativa, puesto que define el actual rol que la mujer estaría teniendo en el campo de la ciencia. Al mismo tiempo, subrayamos la importancia de esta presencia para despertar el interés y estudio en áreas científicas y tecnológicas a jóvenes, niños y niñas.

Por último, hacemos constar que una de las mayores dificultades para la realización de este estudio ha sido el haber requerido de una formación exhaustiva en el campo de los e-textiles en diferentes ámbitos, mayoritariamente ajenos a la producción académica. Igualmente, que al no contemplarse el campo de los e-textiles dentro de los actuales programas académicos y educativos españoles, en algunos momentos ha resultado difícil encontrar vías alternativas para contrastar alguna de nuestras hipótesis, lo que en ocasiones ha ralentizado el avance de este estudio.

También añadiremos que a lo largo de esta investigación emergen diferentes cuestiones que no han podido ser estudiadas en profundidad; una elección del todo lúcida a fin de mantener la coherencia del tema principal y respetar los límites de tiempo y espacio establecidos, evitando al mismo tiempo la desviación hacia cuestiones que no se relacionan tan estrechamente con los temas aquí examinados. Todas estas cuestiones serán abordadas en la investigación postdoctoral o en futuras publicaciones académicas.

PARTE IV

Bibliografía e índice de imágenes

5.1. Bibliografía

- Adorno, Theodor W, *Teoría estética*. Madrid: Ediciones Akala, (2004).
- Alsina, Pau, *Arte, ciencia y tecnología*. Barcelona, Editorial UOC, (2008).
- Anderson, Chris, *Makers: The New Industrial Revolution*. London: Random House, (2012).
- Baudrillard, Jean, *Cultura y simulacro*. Editorial Kairós, (1998).
- Bauman, Zygmunt *La modernidad líquida*. Fondo de Cultura Económica, Mexico, (2002).
- Bauwens, Michael, *La economía política de la producción entre iguales*, (2006).
- Burger, Peter, *Teoría de la vanguardia*. Ediciones Península Barcelona, (1974).
- Brockman, John, *La tercera cultura*, Barcelona, Tusquets Editores,(1996).
- Bruns, Alex, *Blogs, Wikipedia, Second Life, and Beyond: From Production to Produsage*. New York, NY: Peter Lang, (2008).
- Buechley, Leah y otros, *Textile Messages: Dispatches from the World of E-Textiles and Education*. Academic Press, (2014).
- _____. *Sew Electric*, (2014).
- Castells, Manuel, *Internet y la Sociedad Red*, Alianza editorial, (2006).
- _____. *Comunicación y poder*. Madrid: Alianza Editorial, (2009).
- Checkland, Peter, *Systems Thinking, Systems Practice*. Published by John Wiley, Chichester, UK (1981).
- Crawford, Chris *The art of interactive design . No Starch Press* (2002).
- Csikszentmihályi, Mihály, *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York. Harper and Row, (1990).
- Cunningham, Patricia Anne y Voso Lab, Susan, *Dress and Popular Culture*. Popular Press, (1991).
- Darley, Andrew, *Cultura Visual digital. Espectáculo y nuevos géneros en los medios de comunicación*, Paidós Comunicación 139 Cine, (2000).
- De Kerckhove, Derrick, *La piel de la cultura*. Barcelona, Editorial Gedisa, (2001).
- _____. *Inteligencias en conexión. Hacia una sociedad de la web*. Editorial Gedisa, (2002).
- Debord, Guy, *La sociedad del Espectáculo*. Editorial Pre-textos, (2005).
- Dougherty, Dale *The maker movement. Innovations*, USA 7(3), (2012).
- Eng, Diana, *Fashion Geek: Clothes Accessories Tech* Capricorn Link, (2009).

- Finocchi, Nadia y Gutiérrez Toranzo, Sheila, *Leonardo da Vinci (Biografías históricas)*. Kindle Edition, (2014).
- Freire, Paulo, *Pedagogy of Freedom*. Lanham, MD: Rowman and Littlefield, (2001).
- Gardner, Howard. *Inteligencias múltiples, la teoría en la práctica*. Barcelona, Paidós, (1995).
- _____. *Educación artística y desarrollo humano*. Barcelona, Paidós, (1994).
- Gauntlett, David *Making is Connecting: The Social Meaning of Creativity, from DIY and Knitting to YouTube and Web 2.0*. Cambridge: Polity Press, (2011)
- Gibbons, Michael y otros. *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en sociedades contemporáneas*. Barcelona: Pomares-Corredor, (1997).
- Genova, Aneta y Moriwaki, Katherine, *Fashion and Technology. A guide to materials and applications*, Fairchild Books, (2016).
- Gershenfeld, Neil, *Fab: The coming revolution on your desktop. From personal computers to Personal fabrication*. Cambridge: Basic Books, (2005).
- González, Juan y otros, *A New Open Source 3D-printable Mobile Robotic Platform for Education*", Book chapter. *Advances in Autonomous Mini Robots*. Springer Book, (2011).
- Gradín, Carlos, *Internet, hackers y software libre*. Buenos Aires, Editora Fantasma, (2004).
- Guasch, Anna Maria *Los manifiestos del arte posmoderno: textos de exposiciones, 1980-1995*. Madrid. Ediciones Akal, (2000).
- Harris, Jennifer, *Textiles 5,000 Years: An International History and Illustrated Survey*, New York, NY USA. H.N. Abrams, (1993).
- Hatch, Mark, *Maker Movement Manifesto*. McGraw-Hill Education, (2013).
- Himanen, Pekka, *La ética del hacker y el espíritu de la era de la información*. Barcelona, Ediciones Destino, (2004).
- Hippel, Eric von, *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: MIT, (2005).
- Horowitz, Paul y Hill, Winfield *The Art of Electronics*, Cambridge University Press, (1980-1989).
- Hughes, Thomas, *Technological momentum*, Merritt R. Smith and Leo Marx (eds). *Does Technology Drive History? The dilemma of Technological Determinism*. Cambridge, MIT Press, (1994).
- Igoe, Tom, *Making Things Talk: Practical Methods for Connecting Physical Objects*. USA: O'Reilly Media, (2007).
- Jenkins, Henry, *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*. Cambridge, MIT Press, (2006).
- Larroque, Enrique, *El hombre y la revolución científica*. Espasa-Calpe, (1964).

- Lessig, Lawrence, REMIX. *Making Art Commerce Thrive in the Hybrid Economy*. New York, Penguin Press, (2008).
- _____. *Free culture: how big media uses technology and the law to lock down culture and control creativity*. New York: Penguin Press, (2004).
- Lévi-Strauss, Claude, *Naturaleza y Cultura y El problema del incesto*. En *Las estructuras elementales del parentesco*. Buenos Aires: Paidós, (1969).
- Lévy, Pierre, *La Cibercultura, ¿el Segundo diluvio?* UOC Proa, Barcelona, (1998).
- Lewis, Alison y Lin, Fang-Yu *Switch Craft: Battery-Powered Crafts to Make and Sew*. Crown Publishing Group, (2008).
- Lovejoy, Margot, *Digital Currents: Art in the Electronic Age*. London: Routledge, (2004).
- Lowenfeld, Viktor, y Brittain, W. Lambert. *Desarrollo de la capacidad creadora*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz, (1980).
- Liotard, Jean-François, *La condición posmoderna*. Madrid, Cátedra, (1987).
- Manovich, Lev, *The Language of New Media*. Editorial MIT. Massachusetts, (2001).
- Martinez, Silvia Libow y Stager, Gary, *Invent to learn : Making, Tinkering and Engineering, Constructing Modern Knowledge* Press (2013).
- Moritz, Michael *Steve Jobs & Apple: la creación de la compañía que ha revolucionado el mundo*. Alba Editorial, (2001).
- McCullough, Malcolm, *Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. (1998).
- McLuhan, Marshall, *Understanding Media*. Editorial Routledge, Londres, (1964).
- _____. *La Galaxia Gutenberg*. Barcelona, Círculo de Lectores, (1998).
- Negroponte, Nicholas, *El mundo digital. El futuro que ha llegado*. Barcelona, Ediciones B, (2000).
- Neumann, Noelle, *La espiral del silencio. Opinión pública: nuestra segunda piel social*. Barcelona: Editorial Paidós, (1995).
- Nowak, Peter, *Sex, Bombs and Burgers*, Globe Pequot Press, Lyons Press, (2011).
- Padilla, Margarita, *El kit de la lucha en Internet*. Madrid: Traficantes de sueños, (2012).
- Pakhchyan, Syuzi, *Fashioning technology a DIY intro to smart crafting*. Sebastopol, Calif: Make: Books, (2008).
- Papert, Seymour *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York. Basic Books, (1980).
- _____. *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. Harvester Wheatsheaf,

(1999).

Prada, Juan Martin, *Prácticas artísticas e Internet en la época de las redes sociales*. Editorial AKAL, (2012).

Peppler, Kylie y otros, *Soft Circuits Crafting e-Fashion with DIY Electronics*. MacArthur Foundation Series on Digital Media and Learning.MIT Press eBooks, (2014).

_____. *Short Circuits Crafting e-Puppets with DIY Electronics* MacArthur Foundation Series on Digital Media and Learning.MIT Press eBooks, (2014).

_____. Peppler, Kylie, A Review of E-Textiles in Education and Society. En : Guzzetti, B., & Lesley, M. *Handbook of Research on the Societal Impact of Digital Media*, Hershey. (2015).

Pelicier, Yves, *Diccionario de Psicología*, Sedmay-Lidis, Madrid, (1980:15).

Pettis, Bre y otros, *Hackerspaces:The Beginnin*, (2011).

Peters, Michael A. y Bulut, Ergin, *Cognitive capitalism,education and digital labor*. New York, Peter Lang Publishing, (2011).

Popper, Frank *Art of the Electronic Age*. New York, Harry N. Abrams, (1993).

Quinn, Bradle, *Techno Fashion*. Berg Publishers, (2003).

Ratto, Matt, *Open Design and Critical Making*. The Netherlands: BIS Publishers, (2011).

Raymond, Eric, *La catedral y el bazar*, (1998).

Ramírez, Juan Antonio *Historia del Arte. El mundo Contemporáneo*. Alianza Editorial, (2005).

Read, Herbert. *Educación por el arte*. Buenos Aires: Paidos, (1943).

Reas, Casey y Fry,Ben, *Processing: A Programming Handbook for Visual Artists and Designers*, MIT Press, (2014).

Redström, M. y otros, *IT+Textiles*. Edita Publishing Oy, Finland. Reprinted 2010 by The Textile Research Center, The Swedish School of Textiles, (2010).

Ryan, Susan Elizabeth *Garments of Paradise Wearable Discourse in the Digital Age*. Massachusetts Institute of Technology. MIT Press, (2014).

Rifkin, Jeremy *La Tercera Revolución Industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo*. Paidos, (2013).

Stallman, Richard,*Free software definition*. En Stallman, Richard M. *Free software, free society: selected essays of Richard M.Stallman*. Boston, Massachusetts: GNU Press,(2002).

Steven Levy, *Hackers: heroes of the computer revolution*. New York: Delta, (1994).

Sennett, Richard, *El artesano*, Anagrama,(2009).

Snow, Charles P., *The two cultures and the Scientific Revolution*. New York: Cambridge University Press, (1961).

Sousa, David Sousa y Pilecki, Tom *From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts*. SAGE Publications Inc. Corwin Press, (2013).

Taylor, Paul, *From hackers to hacktivists: speed bumps on the global superhighway?*
Published by Sage, (2005).

Toffler, Alvin, *La visión de los líderes en la era digital*. México, Editorial Prentice Hall, (2001).

_____. *La tercera ola*. Barcelona: Plaza y Janes, (1980).

Toth-Chernin, Jan. *E-Textiles*. (21st Century Skills Innovation Library: Makers As Innovator).
Cherry Lake Publishing, (2013).

Tribe, Mark y Jana, Reena, *New Media Art*. Taschen, Köln, (2006).

Turner, Fred, *From Counterculture to Cyberculture: Stewart Brand, the Whole Earth Network, and the Rise of Digital Utopianism*. University of Chicago Press, Chicago
(2008).

Virilio, Paul y Baudrillard, Jean, *Videoculturas de fin de siglo*. Catadura signo e imagen,
(1996).

V.V.A.A. *Inter(medios) Inestabilidad, creación y cultura digital*. Universidad de Vigo, (2009).

Walter, Benjamin, *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica*. Discursos
interrumpidos I. Buenos Aires: Taurus, (1989)

Wark, McKenzie, *Un Manifiesto Hacker*. Editorial Alpha Decay, (2006).

Weber, Max, *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*. Mexico Editorial Península,
(1905).

Winograd, Terry. *The Design of Interaction*, En Peter Denning and Bob Metcalfe. *Beyond Calculation, The Next 50 Years of Computing*, Springer-Verlag, (1997).

Artículos y ensayos

Aigrain, Philippe, “La réinvention des communs physiques et des biens publics sociaux à l’ère de l’information”, en *Multitudes*, 41, primavera, (2010).

Alcalá, José Ramón “Arte Electrónico. El nuevo papel del artista en la sociedad digital. Arte y Funcionalidad”. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Col. Memorias Culturales. Asociación Valenciana de Críticos de Arte. Valencia, (2002).

Alsina, Pau, “Software art and political implications in algorithms”. *ReadMe 04 Catalogue*, Arhus, 2004)

_____. “Introducción al arte digital”, *Boletín iberoamericano de Gestión Cultural*, 10, (2004).

_____. “Sobre Interactividad en el Arte digital”, *Universitat Oberta de Catalunya.UOC*, (2004).

_____. “De la digitalización de la cultura a la cultura digital”, Monográfico dentro de la revista *Digithum* de los Estudios de Artes y Humanidades de la UOC. Nº. 12, (2010).

Andersson, Helén, “Makerspace”. *Scandinavian library quarterly*, v.47, Nº. 4, (2014).

Ayestarán, Ignacio, "La res digitans y el nacimiento de la wikisofía en las redes tecnológicas de la información". UPV/EHU Departamento de Filosofía, (2010).

Baigorri, Laura. "El activismo simulatorio a las tácticas de suplantación en la Red. No más arte, sólo vida 2.0", Revista TELOS n.56, (2006).

Bagley, Caitlin, "Makerspaces: Top Trailblazing Projects", A LITA Guide. Chicago, IL: ALA Techsource, (2014).

Barry M. Leiner y otros, "A Brief History of the Internet", Part I and II. ISOC, (1997).

Bartolomé, Angel, "La democratización de la creatividad" Volumen 14 N° 1 ICONO14 (2016).

Berman, Barry, *3D printing: The new industrial revolution*. Business Horizons, vol. 55, 2, (2012),

Berenguer, Xavier, "Arte y tecnología: una frontera que se desmorona". Revista de Arte, Ciencia y Tecnología. Artnodes, (2002).

Bishop, Claire, "Digital Divide Contemporary Art and New Media". Revista ArtForum, (2012).

Brea, Jose Luis, "Nuevos soportes tecnológicos, nuevas formas artísticas. Cuando las cosas devienen formas" Aleph: aleph-arts.org, (2006).

Castells, Manuel. "Creatividad, innovación y cultura digital. Un mapa de sus interacciones en Telos". Cuadernos de comunicación e innovación, N° 77, (2008).

Colás-Bravo, Pilar, "La investigación sobre género en educación". El estado de la cuestión. T. Pozo y otros. Investigación Educativa: Diversidad y Escuela. Granada: Grupo Editorial Universitario, (2001).

Cotaimich, Valeria, "Hacia un teatro de cyborgs. Artes escénicas, tecnología/s y subjetividad". *ICONO 14 N° 10*, (2008).

De los Ríos, Patricia "Los movimientos sociales de los años sesentas en Estados Unidos: un legado contradictorio". en Revista Sociológica, N° 38, (1998).

Dennis, Stevens. "DIY: Revolution 3.0-Beta. American Craft", 69(5), (2009).

Donova, Andrew y otros, "New Media Arts Scoping Study", Report to the Australia Council for the Arts. Gobierno de Australia, (2006).

Dougherty, Dale, "DARPA MENTOR Award to bring making to education", June 20, 2014, En la revista Makezine, (2012).

Freire, Juan, "Educación abierta y digital: ¿hacia una identidad edupunk?", (2008).

_____. "La educación expandida", MECD. UIMP13. educaLAB (2013) INTEF.

_____. "Los modelos universitarios tradicionales: Nuevas vías para un aprendizaje significativo". Revista Sector-e, (2016).

_____. "Cultura digital y prácticas creativas en educación". UOC. Barcelona: Revista de universidad y sociedad del conocimiento. RUSC, Vol. 6, No. 1, (2009).

Foncuberta, Joan, *“Después de la fotografía: identidades fugitivas. La revolución digital y sus dilemas”*. Sección Estética y Teoría. Revista *El Paseante* números 27-28, Madrid, España: ediciones Siruela,(1998).

García, César, *“(Casi) Todo por Hacer. Una mirada social y educativa sobre los Fab Labs y el movimiento maker”*. Fundación Orange, (2016).

Gallego, Juan, *“DO IT YOURSELF: Cultura y Tecnología”*. Revista *Icono* 14, Nº.13, 278- 291, Madrid, (2009).

Guimeráns, Paola, *“La evolución de los hackerspaces hacia los nuevos espacios para la fabricación y creación digital”*. Revista Asociación de Becarios, Fundación Barrié de la Maza Nº. 43, (2012).

Giannetti, Claudia, *“Estética digital: sintopía del arte, la ciencia y la tecnología”*. Publicado por la revista *Artmetamedia*. ACC L'Angelot Barcelona, (2002).

_____. *“Salto a lo inmaterial. La cultura digital en Barcelona (a vuelo de pájaro)”*. Publicado por la Revista *Artmetamedia*, (2006).

Grover, Andrea y otros, *“New Art/Science Affinities”*. Grover's Andy Warhol Foundation for the Visual Arts Curatorial Research Fellowship at CMU's STUDIO for Creative Inquiry and Miller Gallery, (2011).

Haraway, Dona, *“Manifiesto para Cyborgs”*, en *Ciencia, cyborgs y mujeres. La reinvención de la naturaleza*, Cátedra, Madrid, (1995).

Halverson, Erica y Sheridan, Kimberly, *“The Maker Movement in education”*. *Harvard Educational Review*, 84(4), (2014).

Hubell, Leesa, *“DIY Craft: Therapy, Irony or Handmade Hell?”* *Surface Design Journal*. 2 (2011).

Bequette, James y Bequette Marjorie *“A Place for Art and Design Education in the STEM Conversation”*, *ART EDUCATION*, 65:2, (2012).

Jeanette, Wing, *“Research Notebook: Computational Thinking – What and Why?”*, School of Computer Science at Carnegie Mellon University (2011).

Jenkins, Henry, *“Transmedia storytelling”*, en *MIT Technology Review*, Biomedicine,(2003).

Küchley, Susanne. *“Technological materiality: beyond the dualist paradigm. Theory, culture & society”*, 25(1).p.102,(2008).

Kurti, Steven y otros, *“Practical implementation of an educational makerspace: part 3 of making an educational makerspace”*, *Teacher Librarian*, (2014).

Levin, Golan, *“Essay for 4×4: Beyond Photoshop with Code”*, Published by Friends of Ed.(2001) .

Lévy, Pierre, *“La cultura en la era del ciberespacio. Cibercultura”*. La cultura de la sociedad digital. [Informe al Consejo de Europa].Anthropos-Universidad Autónoma Metropolitana, (2007).

Lipson, Hod y Kurman, Melba, *“Fabricated: The New World of 3D Printing”*. Indianapolis, En John Wiley & Sons,(2013).

Lukens, Jonathan, *“DIY Infrastructure and the Scope of Design Practice”*. *Design Issues* Nº. 29 (3), (2013).

- Maeda, John, "Artists and Scientists: More Alike Than Different" Scientific American, Julio, (2013).
- _____. "STEM to STEAM: Art in K-12 Is Key to Building a Strong Economy". Edutopia, Octubre (2012).
- _____. "STEM to STEAM: The past and future of the arts, design, and the STEM fields". MIT Media Lab, Octubre, (2011).
- Mann, Steve, y Hrelja, Marko. "Praxistemology: Early childhood education, engineering education in a university, and universal concepts for people of all ages and abilities. En IEEE international symposium on technology and society. ISTAS,(2013)
- Mann, Steve, "Smart Clothing: The Wearable Computer and WearCam". En Personal Technologies, Vol.1 No.1 Springer-Verlag, Berlin, (1997).
- _____. "Cyborg: Digital destiny and human possibility in the age of the wearable computer". Canada: Doubleday, (2001).
- Markillie, Paul, "A third industrial revolution". The economist. Special report manufacturing and innovation, (2012).
- Manovich, Lev, "La vanguardia como software". Artnodes. Universidad Oberta de Cataluña,UOC, (2002).
- Mellado Alcalá, Jose Ramón. "Arte electrónico: el nuevo papel del artista en la sociedad digital". En Arte y funcionalidad /coord. por Wenceslao Rambla Zaragoza,(2010).
- Moraza, José Luís, "Arte en la era del capitalismo cognitivo". Publicado por el Centro de Estudios Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, (2012).
- Morozov, Evgeny, "Making It Pick up a spot welder and join the revolution". Artículo publicado en New Yorker Magazine, Enero (2014).
- Muro, Valentín "De la ética hacker al movimiento maker". Sitio web personal, (2013).
- Papert, Seymour & Franz, George. "Computer as material: Messing about with time". Teachers College Record,(1987).
- Peppler, Kylie, "STEAM-powered computing education: using E-textiles to integrate the arts and STEM". Computer, (2013).
- Pinado, Eugenio Vega. "Arte electrónico Tecnología para la interacción" Manager Business Magazine 1 (4) (2005).
- Piro, Joseph, "Going from STEM to STEAM: The arts have a role in America's future, too" Education Week 29(24) (2010).
- Portilla, Jorge, "Cultura y Contracultura Digital". En Filosofía Clínica UCV, (2011).
- Rammert, Werner, "La tecnología: sus formas y las diferencias de los medios hacia una teoría social pragmática de la tecnificación" Berlín: Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales Nº 80,(1988).
- Richardson, Andrew, "New media, new craft?" En Siggraph 2006: The 33rd International Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques. Boston, USA. (2006).

- Redström, Johan, "On Technology as Material in Design". Design Philosophy Papers, (2002).
- Rhodes, Bradley, "A Brief History of Wearable Computing", Wearable Computing Project. (1997)
- Rigi, Jakob, "Peer to peer production as alternative to capitalism. A new communist horizon". Journal of Peer Production, (2014).
- Roth, Evan, "Artista Hacker: Del Software Libre al Arte". New York Magazine of Contemporary Art and Theory, NY, (2014).
- Sanders, Mark, "STEM, STEM Education, STEMmania". Technology Teacher, 68(4), (2009).
- Sangüesa, Ramón, "La tecnocultura y su democratización: ruido, límites y oportunidades de los Labs". Revista CTS, N°. 23, vol. 8 (2013).
- Shaken, Edward. "Nuevos medios, arte-ciencia y arte contemporáneo: ¿hacia un discurso híbrido?". Revista de Arte, Ciencia y Tecnología. Artnodes N° 11, (2011).
- Stocker, Gerfried y Schopf, Christine, "TAKEOVER - Who's doing the art of tomorrow? / Wer macht die Kunst von morgen?", Springer Verlag, (2001).
- Taylor, Paul, "From hackers to hacktivists: speed bumps on the global superhighway?" Berkeley, (2005).
- Thornton, Alan, "Being an artist teacher: A liberating identity?". International Journal of Art & Design Education, 30(1), (2011).
- Val Fiel, Monica, "Prosumer e impresión 3D: La democratización del proceso creativo". REVISTA 180, (2016).
- Velazquez, Carlos Molina, "¿Es la cibercultura una contracultura?". En la Revista Cultura (Revista de la Secretaría de Cultura de la Presidencia) N° 102, (2010).
- Vesna, Victoria, "Toward a Third Culture: Being in Between". En Leonardo. Vol. 34, No. 2 (2001).
- Weiser, Mark, *The Computer for the 21st Century*. Scientific American, Septiembre (1991).
- Wing, Jeanette, *Research Notebook: Computational Thinking – What and Why?*. School of Computer Science at Carnegie Mellon University (2011).

Paper y publicaciones académicas

- Bdeir, Ayah, *Electronics as material: littleBits*. TEI9, Tangible and Embedded Interaction Conference, Cambridge, UK. (2009).
- Berzowska, Joanna y Walter Bender, *Computational Expressionism, or how the role of random () is changing in computer art*. Massachusetts Institute of Technology, Media Lab, Cambridge, MA 02139, (1999).
- _____. *Memory Rich Clothing: Second Skins that Communicate Physical Memory*. Proceedings of the 5th conference on Creativity & Cognition, ACM Press, New York, (2005).
- _____. *Krakow: a woven story of memory and erasure*. SIGGRAPH Art Gallery, (2006).
- _____. *Soft computation through conductive textiles*. International Foundation of Fashion Technology Institutes Conference, IFFTI '07 (2007).

Bowyer, Adrian, *The Self-replicating Rapid Prototyper: Manufacturing for the Masses*, Invited Keynote Address, Proc. 8th National Conference on Rapid Design, Prototyping & Manufacturing, Centre for Rapid Design and Manufacture, High Wycombe, (2007).

Buechley, Leah y Perner-Wilson, Hannah, *Crafting Technology: Reimagining the Processes, Materials, and Cultures of Electronics*. ACM Trans. Comput. Hum. Interact. (2012) .

_____. *Towards a Curriculum for Electronic Textiles in the High School Classroom*. En Proceedings of the Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE), Dundee, Scotland, (2007).

_____. *Paints, Paper, and Programs: First Steps Toward the Computational Sketchbook*. En Proceedings of the Third International Conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI'09), Cambridge, UK, (2009).

Coleman, Melissa y otros, *Dissemination of Knowledge of Electronic Textiles in Art Schools and Universities*. ISEA International ISEA2011 (2011).

Coelho, Marcelo y otros, *Transitive Materials: Towards an Integrated Approach to Material Technology*. Proc. of the 9th International Conference on Ubiquitous Computing. Innsbruck, Austria, (2007).

Galloway, Alexander y otros, *Design for Hackability*. DIS '04 Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques, (2004).

Guimeráns, Paola, *Creative Soft Circuits: Introducing Soft Circuits kits as a tool to engage children into educational arts and craft*. 2nd International Conference Art, Illustration and Visual Culture in Infant and Primary Education: Creative processes and childhood-oriented cultural discourses. Aveiro, Portugal, (2012).

_____. *D.I.Y.: Interactive painting techniques + Electronics*. TEI13, Seventh International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, Barcelona, Spain (2013).

Kafai Yasmin y Peppler Kylie, *Transparency Reconsidered: Creative, Critical and Connected making with e-textiles*. En: Boler, Megan Ratto, Matt, *DIY citizenship. Critical Making and Social*. MIT Press, Cambridge, MA, (2013).

Kuznetsov, Stacey y Paulos, Eric, *Rise of the Expert Amateur: DIY Projects, Communities, and Cultures*. In Proc. NordiCHI '10, ACM (2010).

Lobo, Ricardo, *Hackerspaces: From Electrical to Cultural Resistance*. In Proceedings for ISEA2011, (2011).

Mellis, David y otros, *Arduino: An Open Electronics Prototyping Platform* CHI 2007, April 28 – May 3, 2007, San Jose, USA. (2007).

_____. *Microcontrollers as Material: Crafting Circuits with Paper, Conductive Ink, Electronic Components, and an "Untoolkit"*. TEI13, Seventh International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction. Barcelona, Spain (2013).

Mitchel, Resnick y otros, *Lego, Logo and Design*. Children's Environments Quarterly Vol. 5, No. 4, Children and Interactive Electronic Environments, (1988).

Moriwaki, Katherine y Brucker-Cohen, Jonathan. *Lessons From The Scrapyard: Creative Uses of Found Materials Within a Workshop Setting*, AI & Society, Springer, (2006).

_____. *Scrapyard Challenge Jr., Adapting an Art and Design Workshop to Support STEM to STEAM learning experiences* in proceedings of ISEC 2012: 2nd IEEE Integrated Stem Education Conference, Ewing, NJ, (2012).

_____. *Wearables, Fashion and Technology: Female innovators at the intersection of emerging cross-disciplinary practice*. En “Mujer Arte y Tecnología en la Nueva Esfera Pública” (Woman, Art and Technology in the New Public Realm)/ Polytechnic University of Valencia (2010).

_____. *Scrapyard challenge and soft circuits: introducing electronic hardware design and electronics to artists and designers within an educational setting*. In Proceedings for INTED2012. IATED, Valencia, (2012).

Orth, Maggie y otros. *E-broidery: Design and Fabrication of Textile-Based Computing*. IBM Systems Journal, Vol 39, (2000).

_____. *Musical jacket*. In SIGGRAPH '98: ACM SIGGRAPH 98 Electronic art and animation catalog, ACM Press. New York, NY, USA, (1998).

Perner-Wilson, Hannah y otros, *Handcrafting textile interfaces from a kit-of-no-parts*. In TEI'11, Tangible and Embedded Interaction Conference, ACM (2011).

Peppler, Kylie y Glosson, Diane, *Stitching Circuits: Learning About Circuitry Through Etextile Materials*. Journal of Science Education and Technology, 22(5), (2013).

Piaget, Jean, *Education for Democracy*. Conference on Progressive Education, October, 1987. Weston, MA: Cambridge School (1987).

Post, Rehmi y Orth, Maggie, *Smart Fabric, or “Wearable Clothing”*. First International Symposium on Wearable Computers, (1997).

Ryan, Susan Elizabeth *Wearable Technology Art? What is Wearable Technology Art?* Intelligent Agent 8.1 Social Fabrics. (2006).

Redström, M. y otros. *IT+Textiles*. Edita Publishing Oy, Finland. Reprinted 2010 by The Textile Research Centre, The Swedish School of Textiles, (2010).

Resnick, Michael y Silvermani Brian. *Some Reflections on Designing Construction Kits for Kids*, Proc. 2005 Conf. interaction Design and Children (IDC 05), ACM, (2005).

Richard, Gabriela y Kafai, Yasmin. *Making Physical and Digital Games with E-Textiles: A Workshop for Youth Making Responsive Wearable Games and Controllers*. IDC '15 Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children, (2015).

Richardson, Andrew 2006. *New media, new craft?*. En: Siggraph: The 33rd International Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques. Boston, Massachusetts, USA 30 July - 3 August 2006. Boston, USA, (2006).

Richard, Gabriela y Kafai, Yasmin. *Making Physical and Digital Games with E-Textiles: A Workshop for Youth Making Responsive Wearable Games and Controllers*. IDC '15 Proceedings of the 14th ACM SIGCHI International Conference on Interaction Design and Children. Medford, MA, USA, (2015).

Weiser, Mark, *The world is not a desktop*. ACM Interactions, (1994).

Tesis Doctorales y Tesinas

Barragán, Hernando, *Wiring. Prototyping Physical Interaction Design*. Master's thesis. Interaction Design Institute Ivrea, 2004.

Escribano, Flavio, *El videojuego como herramienta para la pedagogía artística. Creatividad e innovación*. Tesis Doctoral UCM. España, 2014.

Gibb, Alicia, *New Media Art, Design, and the Arduino Microcontroller: A Malleable Tool*. Master's Thesis, Pratt Institute, New York, NY, 2010.

Lovell, Emily, *A Soft Circuit Curriculum to Support Technological Self-Efficacy*, MIT MS Thesis, USA, 2011.

Orth, Margaret, *Sculpted Computational Objects with Smart and Active Computing Materials*. Ph.D Thesis, MIT, 2001.

Psarra, Afroditi. *Ciberpunk y arte de los nuevos medios: performance y arte digital*. Tesis Doctoral UCM. 2014.

Perner-Wilson, Hannah, *A Kit-of-No-Parts*, MIT MS Thesis, 2011.

Qi, Jie *The Fine Art of Electronics: Paper-based Circuits for Creative Expression*, MIT MS Thesis, USA, 2012.

Vallgård, Anna. *Computational Composites: Understanding the Materiality of Computational Technology*. IT University of Copenhagen, 2009.

Entrevistas

Casey Reas, Casey y Fry, Ben. Entrevista por Daniel Shiffman. *Interview with Casey Reas and Ben Fry. Rhizome*, Septiembre 2009. Febrero 2017
<http://rhizome.org/editorial/2009/sep/23/interview-with-casey-reas-and-ben-fry/>

Guimeráns, Paola y Gonzalez, Horacio, Entrevista Regine Debatty, *Interactivos? Workshop: Biophionitos We Make Money Not Art* Junio, 2008. Febrero 2017
<http://we-make-money-not-art.com/archives/2008/07/interactivos-workshop-biophion.php>

Guimeráns, Paola, Entrevista de IneveCrea *Convertir las aulas en un makerspace facilitaría el aprendizaje. Entrevista con Paola Guimeráns*. En Café Crea 8: ¿Depende nuestro futuro de las vocaciones STEAM?. Medialab Prado Madrid, Marzo, 2015. Febrero 2017
<http://ineverycrea.net/comunidad/ineverycrea/recurso/steam-convertir-las-aulas-en-un-makerspace-facilit/a1782444-88bf-4fa5-afc5-cc6a6a841a28>

Jenkins, Henry. Entrevista por Pilar Lacasa. *Cultura Participativa y nuevas alfabetizaciones*. Universidad de Alcalá. Nº 398 Cuadernos de Pedagogía, 2010. Febrero 2017.
<https://tic-magisterio.wikispaces.com/file/view/Henry+Jenkins.pdf>

Mackern, Brian. Entrevista por Luciana Sarlo. *Net art or not art?* Bistart. Artefactos Virtual, 2001. Febrero 2017
<http://netart.org.uy/interviews/bistart.htm>

Malina, Roger. Entrevista por Pau Alsina, profesor de los Estudios de Humanidades de la UOC, en Arco 2003 Enero, 2003. Febrero 2017.
<http://www.uoc.edu/artnodes/espai/esp/art/malina.html>

Roth, Evan, *Artista Hacker: Del Software Libre al Arte*. New York Magazine of Contemporary Art and Theory. New York, Enero, 2014. Febrero 2017
http://www.archive-org-2014.com/org/n/2014-01-28_3603462

Stallman, Richard, *Free software is a political action*. Entrevista de J.J. King en una conversación con Telepolis, Agosto, 1999. Febrero 2017
<http://www.heise.de/tp/english/special/wos/6469/1.htm>

Websites

Workshop:Biophionitos http://we-make-money-not-art.com/interactivos_workshop_biophion/

Parsons explores next frontier in wearable technology
http://www.newschool.edu/pressroom/pressreleases/2010/wearabletech.htm?utm_campaign=red-magazine-sp11&utm_medium=Print&utm_source=red-magazine-sp11&utm_content=functionalaesthetics&utm_term=null

GNU <https://www.gnu.org/philosophy/open-source-misses-the-point.es.html>

Hardware libre <http://www.oshwa.org/definition/spanish>

Processing <http://processing.org>

Openframeworks <http://www.openframeworks.cc/>

Arduino <http://arduino.cc/>

Gran Recesión https://es.wikipedia.org/wiki/Gran_Recesi%C3%B3n

Jose Prusa <http://josefprusa.cz/>

Clone Wars http://www.reprap.org/wiki/Proyecto_Clone_Wars

Makerbot <http://www.makerbot.com>

Thingiverse <https://www.thingiverse.com/>

Cyclone <https://github.com/CarlosGS/Cyclone-PCB-Factory>

Circular Knitic <https://www.instructables.com/id/Circular-Knitic/>

FabLab <http://fab.cba.mit.edu/>

Licencias abiertas <http://commonstransition.org/open-design-commons-and-distributed-manufacturing/>

Cultura Maker https://en.wikipedia.org/wiki/Maker_culture

Fab Foundation <http://www.fabfoundation.org/>

Technoshop <http://www.technoshopp.com/>

How to Make <https://www.tabakalera.eu/es/how-to-make>

3electromode <http://3electromode.com/>

Cute Circuit <https://cutecircuit.com/>

Studio 5050 <https://www.5050ltd.com/>

Lost Values <http://shop.lostvalues.com/>

Fashion and Future Conference <http://www.bidc.eus/bilbao-fashion-future-conference/>

High Low Tech <http://highlowtech.org/>

Margarita Benitez <http://margaritabenitez.com/>

Julie Boyd <http://www.julieboyd.co.uk/>

Lynne Bruning <http://www.lbruning.com/>

Becky Stern <https://beckystern.com/>

Kate Hartman <http://www.katehartman.com/>

Lara Grant <http://lara-grant.com/>

Meg Grant <http://www.meggrant.com/>

Soft Circuits Saturday <https://softcircuitsaturdays.com>

Liza Stark <http://thesoftcircuitteer.net/>

Rain Ashford <https://rainycatz.wordpress.com/>

Costanza Piña <https://constanzapina.wordpress.com/tecnologia/wearables/>

Becca Rose <https://beccarose.co.uk/>

Emilie Giles <https://emiliegiles.co.uk/>

Oh! Villo <https://ohvillo.wordpress.com/>

Open Materials <http://openmaterials.org/>

Etetextile Summercamp <http://etetextile-summercamp.org/swatch-exchange/>

KOBAKANT <http://www.kobakant.at/DIY/>

Signal Biking Jacket <https://www.instructables.com/id/turn-signal-biking-jacket/>

High Low Tech <http://highlowtech.org/?p=3119>

STEM to STEAM <http://stemtoteam.org/>

Moda y Tecnología Creativa: Museo Cristóbal Balenciaga <http://www.cristobalbalenciagamuseoa.com/aprende/escolares/educacion-secundaria/moda-y-electronica-creativa.html>

II encuentro de profesores Makers. Aula3i <http://www.gobcan.es/noticias/lanzadera/75490/manuel-miranda-destaca-fuerteventura-integra-nuevo-enfoque-ambito-educativo-movimiento-maker>

Arte, Tecnología y Educación Creativa <http://blog.educalab.es/intef/wp-content/uploads/sites/4/2013/07/Ciencia-cultura-y-participaci%C3%B3n.pdf>

The crying dress <http://www.kobakant.at/?p=222>

Cosmic Bitcasting <http://afroditipsarra.com/>

The Holy Dress <http://www.melissacoleman.nl/>

Wearable Narratives <http://www.onascimento.com/#/wearable-narratives/>

Urban Chameleon <http://fionnualaconway.com/urban-chameleon-fionnuala-conway-and-katherine-moriwaki/>

Talk to Yourself Hat <http://moma.org/interactives/exhibitions/2011/talktome/objects/146356/>

Yuca-Tech: Energy by hand <http://amormunoz.net/>

Sharewear <http://v2.nl/lab/projects/sharewear>

Haptic Music Glove <http://kahoabe.net/?portfolio=haptic-music-glove>

Alchemy & Meditations <https://www.msac.org/artists/olivia-robinson#/0>

LilyPad Embroidery <http://sternlab.org/2008/04/lilypad-embroidery/>

Drapery FM <http://www.ireneposch.net>

Craftografías Digitales <http://www.mac.gasnaturalfenosa.com/portfolio-items/excusa-argumental-programa-de-residencias-artisticas-20122014/>

The Electro-Graf <http://www.graffitiresearchlab.com>

Viral wallpaper <http://www.thebrothersmueller.com/work/viral-wallpaper>

Tiny Programmer <http://alumni.media.mit.edu/~mellis/microcontrollers/>

Chibitronics <https://chibitronics.com/>

Diseño abierto https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_abierto

Opendesk <https://www.opendesk.cc/>

Makezine <http://makezine.com/>

Instructables www.instructables.com/

Tutoriales e-textiles <https://www.instructables.com/member/Paola%20Guimerans/instructables/>

CIRCOLAB http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/Circolab-BQ-Victor_Diaz-makers-fabricacion_digital-impresion_3D_0_433606828.html

Paper Curiosities <http://papercuriosities.media.mit.edu/>

World Maker Faire. <http://makerfaire.com/mfarchives/craft-compatible-circuit-building-material-kit-to-teach-non-technical-people-color-theory-and-painting-techniques/>

Soft Circuits CAAD <https://softcircuitscaad.wordpress.com/>

Soft Circuits & Collage <http://es.slideshare.net/conexiones/paola-guimerans-softcircuits>

Électroniques et couture <http://paolaguimerans.com/beauxarts/>

5.2. Índice de ilustraciones

- Img. 1.** Familia viendo la televisión (1950) p.42.
- Img. 2.** *Sword of Damocles*. The Massachusetts Institute of Technology, MIT (1968) p.46.
- Img. 3.** *Golden Buddha*. Nam June Paik, (2005) p.51.
- Img. 4.** *www.browser*. JODI.ORG (1995) p.54.
- Img. 5.** *Natural History of the Enigma*. Eduardo Kac (2003-2008) p.62.
- Img. 6.** *Derivas Bio_Tecnologicas*. Sterlac (1946). p.64.
- Img. 7.** *Tech Model Railroad Club*. MIT (1946) p.67.
- Img. 8.** *C-base Hackerspace*. Berlin,(1995) p.70.
- Img. 9.** *Selfie*. Evan Roth (2013) p.74.
- Img. 10.** *Toy guitar used in a circuit bending*. Kawasaki (1989) p.76.
- Img. 11.** Obra realizada con Processing. *Network*, Casey Reas (2012) .p.80.
- Img. 12.** Placa Arduino Serial (2005) p.82.
- Img. 13.** Crisis económica. Protestas en Wall Street, New York (2008). p.88.
- Img. 14.** *Light As A Feather*. Carrie Mae Rose utilizando una Makerbot. (2013). p.93.
- Img. 15.** Taller DIY para crear un sensor de agua. *Technology will save us* (2014).p.97.
- Img.16.** Portada de la revista Make. Edición dedicada a la impresión 3D, (2013). p.100.
- Img. 17.** Taller de e-textiles en la biblioteca de Chicago. *Creativity Labs* (2013). p.104.
- Img. 18.** Taller de impresión 3D. Laboratorio ciudadano *Medialab-Prado Madrid* (2015). p.107.
- Img. 19.** Steve Mann y su equipo. *MIT Wearable Computing Project* (1993) p.110.
- Img. 20.** Componentes tecnológicos de la *Musical Levi's Jackets*, MIT (1998) p. 113.
- Img. 21.** Evolución de la placa Lilypad Arduino diseñada por Leah Buechley (2006) p.117.
- Img. 22.** *Electronic Popables*. Jie Qi (2010) p.120.
- Img. 23.** *Turn signal biking jacket*. Leah Buechley (2008) p.122.
- Img. 24.** Celebración del Scratch day en el FabLab de la Universidad de Warwic (2016) p.127.
- Img. 25.** Taller de soft circuits con el rotulador AgIC Inc. para todos los públicos (2015). p.131.
- Img. 26.** *100 Electronic Art Years*. Maggie Orth (2009) p.137.

Img. 27. Mika Satomi & Hannah Perner-Wilson trabajando en *Crying Dress* (2012) p.140.

Img. 28. Circuitos en papel realizados por *Leah Buechley* (2010) p.146.

Img. 29. Tarjeta interactiva luminosa usando Chibitronics por Lawn Fawn, (2015) p.148.

Img. 30. Tutoriales de e-textiles en Instructables. *DIY Contemporary E-broidery* (2016).p.151.

Img. 31. E-textiles para adultos. *Taller Tejiendo con luces del tour circolab, BQ* (2015) p.154.

Img. 32. Visual E-Arts kit, set educativo para artistas visuales. Paola Guimeráns, *World Maker Faire, NY* (2013) p.157.

